

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRŞEHİR İLİNİN DEPREMSELLİĞİ**

**Tezi Hazırlayan  
Neslihan YILDIZ**

**Tezi Yöneten  
Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2008  
KAYSERİ**



**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRŞEHİR İLİNİN DEPREMSELLİĞİ**

**Tezi Hazırlayan  
Neslihan YILDIZ**

**Tezi Yöneten  
Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2008  
KAYSERİ**

Yrd. Doç. Dr. H. Bekir KARA danışmanlığında Neslihan YILDIZ tarafından hazırlanan “**Kırşehir İlinin Depremelliği**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** Tezi olarak kabul edilmiştir.

21.08/2008

**JÜRİ:**

Başkan:

Prof. Dr. Cemal Eyyubov

Üye :

Y. Doç. Dr. Fatih Altun


Üye :

Y. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA

**ONAY:**

Bu tezin Kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 29/08/2008 tarih ve 2008/27-11 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

29/08/2008

  
N. Ayyıldız  
Prof. Dr. Nusret AYYILDIZ  
Enstitü Müdürü

**TEŞEKKÜR**

Yüksek Lisans tez konumun belirlenmesinde ve çalışmamın başından beri her türlü konuda bana yardımcı olan hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA' ya, değerli bilgilerinden yararlandığım hocam Sayın Prf. Dr. Tefaruk HAKTANIR ' a, Sayın Prf. Dr. Cemal EYYUBOV' a, değerli bölüm hocalarıma, Hamdi ELCUMAN'A asistan arkadaşlarıma, Kırşehir Belediyesine, bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan Jeoloji Müh. Sayın Zeynep ÇALIŞKAN ve Jeoloji Müh. Sayın Hakan YAŞLI' ya ve çalışmalarım sırasında bana her zaman destek olan aileme, teşekkür ediyorum.

## KIRŞEHİR İLİ'NİN DEPREMSELLİĞİ

Neslihan YILDIZ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2008

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA

### ÖZET

Deprem; zaman, yer ve büyüklük bakımından önceden belirlenemeyen bir doğa olayıdır. Fakat verilen bir yerde ve zaman aralığı içinde deprem oluşumlarının analizi sonunda depremlerin bazı durumlarda tektonik ortam açısından rasgele olaylar olmadıkları ve belirli yerlerde kümelenedikleri görülmüştür. Bu tür olayların herhangi bir andaki durumu biliniyorsa gelecekteki durumları olasılık çalışmalarıyla belirlenebilir. Bir bölgede deprem özelliklerinin incelenmesi olası depremler hakkında fikir verebilir. Bu nedenle depremlere ilişkin beklenen magnitüd, yer ivmesi, hız, yer değiştirme gibi büyüklüklerin önceden tahmini sismolojistlerin istatistiksel çalışmalar yapmasına neden olmuştur. Depremsellik çalışmaları istatistiksel hesaplamalar ile yapıldığından, inceleme bölgesinde geçmişten günümüze tüm depremlerin hesaplara katılması istenir. Bu nedenle özellikle sismik tehlikenin yüksek olduğu bölgelerde, deprem tasarım parametrelerinin ortaya konulmasında yerel zeminlerin dinamik özelliklerinin bölgedeki değişiminin değerlendirilmesi, hem deprem kuvvetlerine karşı yapı davranışının daha gerçekçi olarak analiz edilmesini, hem de bir depremde oluşabilecek hasarın en aza indirgenmesi açısından önemlidir. Bu şekilde deprem kuvvetlerine karşı bina tasarım parametrelerini bulmanın en iyi yollarından birisi mikrobölgeleme çalışmalarıdır. Çünkü öncelikle yer hareketleri yapılar üzerine etkide bulunan sismik kuvvetler ile doğrudan ilişkilidir ve bu nedenle yer hareketleri için yapılan sismik bölgeleme çalışmaları sismik riskin belirlenmesinde önemli bir başlangıçtır. Bu çalışmada, Kırşehir İli (merkez) zemin yapısını değerlendirmek amacı ile Kırşehir Belediyesi tarafından Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarına yaptırılan ve çeşitli şirketler tarafından yapılmış geoteknik değerlendirme raporlarından yararlanılarak Kırşehir İli'nin mahalle bazında yerel zemin sınıfları belirlenmiş, deprem risk analizi yapılmış ve literatürdeki bağıntılar ile zemin büyütmesine göre mikrobölgeleme ön çalışması yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Depremsellik, mikrobölgeleme, Kırşehir.

## THE EARTHQUAKE RISK OF THE PROVINCE OF KIRSEHIR

**Neslihan Yıldız**  
**Erciyes University, Science Institute**  
**Master Thesis, August 2008**  
**Promoter: Assist. Prof. Hacı Bekir KARA**

### ABSTRACT

Earthquake is an unpredictable natural event in terms of time, place and magnitude. But after the earthquake formation analysis within a determined period of time in a determined location, it is revealed that in some cases earthquakes are not random in terms of tectonic surrounding and they cluster around some particular location. If the situation of such events is known at a time then the possible future events can be estimated by probability calculations. That's why the epicenter of the earthquakes are higher or very close to the active tectonic units. The examination of the earthquake dynamics in an area might yield information about the potential earthquakes. So the prediction of the parameters defining an earthquake such as magnitude, ground acceleration, velocity and change of location, lead the seismologists to do statistical works. Therefore especially in a location with high seismic risk, the consideration of the changes in the dynamic properties of the local ground to produce the earthquake planning parameters is important for the realistic analysis of the construction behavior against the earthquake forces and also for the reduction of damage caused by an earthquake. So studying by micro-zonation is one of the best ways to produce the construction planning parameters against the earthquake forces. In this study we aimed evaluating the ground structure of the province of Kirsehir (center); we determined the local ground classes of the province of Kirsehir at district level, did the earthquake risk analysis and the micro-zoning pre-study according to the ground enlargement within the literature correlations.

**Keywords:** Seismic Risk, microzonation, Kirsehir.

**İÇİNDEKİLER**

KABUL VE ONAY .....	i
TEŞEKKÜR .....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix
TABLOLARIN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
1. BÖLÜM	
GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi .....	1
1.2. Çalışmada Kullanılan Yöntemler .....	3
2. BÖLÜM	
DEPREM VE DEPREMLERİN YERYÜZÜNE DAĞILIŞI.....	5
2.1. Kıvrımlar, Faylar ve Çatlaklar.....	6
2.1.1. Kıvrımlar .....	6
2.1.2. Faylar ve Çatlaklar .....	7
2.2. Depremler ve Depremelerin Oluşumu.....	9
2.3. Deprem Parametreleri.....	12
2.4. Depremlerin Yeryüzüne Dağılışı.....	15
2.4.1. Yeryüzündeki Faylar ve Tektonik Bölgeler .....	15
2.4.2. Yurdumuzdaki Faylar ve Tektonik Bölgeler.....	16
2.4.2.1. Kuzey Anadolu Deprem Fay Zonu.....	17
2.4.2.2. Batı Anadolu Deprem Fay Zonu .....	18
2.4.2.3. Doğu Anadolu Deprem Fay Zonu .....	18
2.4.2.4. Yerel Episantr Zonları .....	19
2.5. Depremlerde Yapısal Hasara Neden Olan Başlıca Etkenler .....	20
2.5.1. Deprem dalgasının Karakteristik Özellikleri.....	20
2.5.2. Yapı özellikleri .....	20
2.5.3. Yerel Zemin Koşulları .....	21
2.5.3.1. Temel Zemininde Meydana Gelebilecek Olumsuzluklar.....	23
2.5.3.1.a. Yüzey yırtılması .....	23



2.5.3.1.b. Zemin Sıvılaşması .....	24
2.5.3.1.c. Yamaç ve Şev Stabilitesinin Bozulması .....	28
2.5.3.1.d. Bölgesel Çökme .....	29
2.5.3.2. Sarsıntı Şiddeti ve Binaya Etkiyecek Kuvvetlerde Meydana Gelen Değişimler .....	29
2.5.3.2.a. Zemin Özelliklerinin Sarsıntı Şiddetindeki Etkileri .....	30
2.5.3.2.b. Arazinin Sismik Şiddetine Zemin Tabakalaşmasının Etkisi .....	30
2.5.3.2.c. Sarsıntı Şiddetinin Arazinin Hidrolojik Durumuna Bağlı Olarak Değişmesi .....	31
2.5.3.2.d. Arazinin Sismik Şiddetinin Zemin Cinsine Bağlı Olarak Değişmesi .....	32
2.6. Sonuçlar .....	34
<b>3. BÖLÜM</b>	
DEPREMSELLİK, SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ ve MİKROBÖLGELEDİRME .....	37
3.1. Depremsellik .....	37
3.2. Sismik Tehlike Analizleri .....	38
3.2.1. Deprem Büyüklükleri Frekans Analizi .....	39
3.2.2. Deprem Büyüklükleri Frekans Analizinde Kullanılan İhtimal Dağılımlar .....	40
3.2.2.1. Tekerrür Periyodu Tanımı .....	40
3.2.2.2 Normal Dağılım .....	42
3.2.2.3. Log- Normal- 2 Dağılımı .....	42
3.2.2.4. Gumbel Dağılımı .....	42
3.3. Olasılık Dağılımlarının Parametre Tahmin Yöntemleri .....	43
3.3.1. Maksimum Olabilirlik Yöntemi (Maximum Likelihood Method, ML ) .....	43
3.3.2. Olasılık Ağırlıklı Momentler Yöntemi .....	44
3.4. Mikrobölgelendirme .....	45
3.4.1. Daha Önce Yapılmış Mikrobölgelendirme Çalışmaları .....	46
3.4.2. Mikrobölgelemenin Uygulama Alanı ve İzlenen Yöntemler .....	46
3.4.2.1. Yamaç (Şev) Duraylılığı Mikrobölgeleme .....	48
3.4.2.2. Zemin Sıvılaşması Mikrobölgeleme Çalışmaları .....	48
3.4.2.3. Zemin Büyütmesine Göre Mikrobölgeleme .....	49
3.4.2.3.a. Birinci Derece Mikrobölgeleme .....	49
3.4.2.3.b. İkinci Derece Bölgeleme .....	50

3.4.2.3.c. Derece Mikrobölgeleme Çalışmaları.....	52
3.4.3. Mikrobölgelemede Kayma Dalgası.....	53
3.5. Sonuçlar.....	56
4. BÖLÜM	
KIRŞEHİR İLİ GEOTEKNİK YAPISI VE DEPREMSELLİĞİ.....	57
4.1. Kırşehir İli Geoteknik Yapısı.....	57
4.1.1. Bölgesel Jeoloji.....	58
4.1.2. İnceleme Alanının Jeolojisi.....	59
4.2. Kırşehir ve Civarının Tektonik Yapısı.....	62
4.2.1. Akpınar Fayı.....	63
4.2.2. Manahözü Fayı.....	63
4.2.3. Tosunburnu ve Çoğun Fayı.....	63
4.2.4. Boztepe Fayı.....	64
4.2.5. Gümüşkümbet, Kırşehir, Karıncalı ve Gülütarla Fayları.....	65
4.2.6. Seyfe Çek – Ayır Havzası.....	65
4.3. Kırşehir İli ve Çevresinin Depremselliği.....	65
4.3.1. 19.04.1938 Akpınar Depremi (M=6.6).....	73
4.4. Kırşehir İli Depremsellik İle İlgili İstatiksel Çalışma.....	76
4.4.1. Deprem Büyüklükleri Frekans Analizi.....	78
4.5. Sonuçlar.....	83
5. BÖLÜM	
KIRŞEHİR MERKEZ YERLEŞİM ALANI MİKROBÖLGELEME ÇALIŞMASI.....	85
5.1. Kırşehir İli İle İlgili Zemin Araştırmaları.....	85
5.2. Temel Sondajları.....	86
5.2.1. Standart Penetrasyon Deneyleri.....	86
5.2.2. Laboratuvar İncelemeleri.....	94
5.3. Yer altı Suyu Durumu.....	95
5.4. Zemin Büyütmelerine Göre Kırşehir Yerleşim Alanının Mikrobölgeleme Çalışması.....	96
5.5. Zemin Büyütmelerinin Sismik Kırılma Deneyleri İle Hesaplanması.....	119
5.5.1. Sismik Kırılma Hatlarının Değerlendirilmesi.....	121
5.5.2. Mikrotremör Ölçümleri.....	128
5.6. Sonuçlar.....	134
6. BÖLÜM	

GENEL SONUÇLAR .....	135
KAYNAKLAR.....	139
EKLER .....	147
ÖZGEÇMİŞ.....	224

## KISATMALAR VE SİMGELER

a, b, c	Biçim, ölçek, konum parametreleri
$A_0$	Etkin yer ivme katsayısı
$A_c$	Aktivite sayısı
$M$	Manyitüd
$N$	Darbe sayısı
$M_{kr}$	Kritik deprem manyitüdü
$T$	Tekerrür ( dönüş) periyodu
$T_0$	Zemin hakim titreşim periyodu
$T_v$	Zaman faktörü
$V_s$	Kayma dalgası hızı
EGS	Ege Graben Sistemi
DAF	Doğu Anadolu Fay Zonu
SRA	Sismik Risk Analizi
LN3	3-parametrelili log-Normal
LP3	Log Pearson-3
GED	Genel Ekstrem Değerler
PPCC	Probability Plot Correlation Coefficient
$P_0$	Herhangi bir yıl içinde deprem büyüklüğünün sıfır olma ihtimalidir
$N$	Binanın ekonomik ömrü
$P_{ex}$	Aşılma ihtimali
$P_{nex}$	Aşılmama ihtimali
EERC	Eartquake Engineering Research Center
$M$	Rastgele değişken $x$ in ortalaması

$\Sigma$	Rastgele değişken x in standart sapması
ML	Maksimum olabilirlik yöntemi (Maximum Likelihood Method)
PWM	Olasılık ağırlıklı momentler yöntemi (Probability Weighted Moments Method)
<i>DAD</i>	Deprem Araştırma Dairesi
USGS	U.S Geological Survey
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
MERM	Deprem Risklerini Azaltmak için Mikrobölgeleme
DRM	World Institute for Disaster Risk Management
ISSMFE	Uluslararası Zemin Mekaniği ve temel mühendisliği Birliği
GİS	Coğrafi bilgi sistemleri
SPT	Standart penetrasyon testi
CPT	Konik penetrasyon testi
$\bar{\sigma}$	Efektif gerilme
E	Boşluk oranı
Sk, Ösk	Sondaj Kuyusu
Z1, Z2, Z3, Z4	Yerel Zemin Sınıfları
A	Büyütme Katsayısı

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Farklı zemin cinslerinin yoğunluk, sismik dalga hızı ve sismik rijitlikleri .....	33
Tablo 3.1. Kayma dalgası hızına göre zemin büyütmesine karşı davranış sınıflandırılması.....	50
Tablo 3.2. Kayma dalgası hızının hesaplanması için geliştirilen bazı bağıntılar .....	54
Tablo 3.3. Relatif zemin büyütme katsayılarının kayma dalgası hızı ile hesaplanması için geliştirilen bağıntılar .....	50
Tablo 4.1. 05/07/1928 – 31/12/2007 tarihleri arasında Kırşehir ve çevresinde meydana gelen $m \geq 4.0$ olan depremlerin listesi .....	67
Tablo 4.2. 05.07.1928 - 31.12.2007 tarihleri arasında kırşehir ve çevresinde meydana gelen $m \geq 2.0$ olan depremlerin listesi .....	68
Tablo 4.3. 240-1900 yılları arasında Orta Anadolu' da oluşmuş tarihsel depremler....	74
Tablo 4.4. 19.04.1938 Akpınar depreminde sonra (39-40)K ve (33-34)D koordinatları ile sınırlı olan bölgede depremden sonra 8 aylık dönemde gelişen artçı depremler .....	75
Tablo 4.5. Analizde Kullanılan Deprem Büyüklük Değerleri.....	79
Tablo 4.6. Bağlı Frekansa Bağlı Olarak Hesaplanmış Tekerrür Periyotları Tablosu...80	80
Tablo 4.7. Maksimum-Olabilirlik(ML) Yöntemine Göre Risk Değerlerine Karşılık Gelen Deprem Büyüklükleri.....	81
Tablo 4.8. Olasılıksal Ağırlıklı Momentler (ML) Yöntemine Göre Risk Değerlerine Karşılık Gelen Deprem Büyüklükleri.....	82
Tablo 5.1. Kırşehir yerleşim alanında yapılan sondajların; yeri, derinliği, YASS değerleri ile zemin grubu ve cinsi .....	89

Tablo 5.2. Eş Değer SPT-N'den Hesaplanan Kayma Dalgası Hızı Ve Zemin Büyütmesi .....	97
Tablo 5.3. Aşıkpaşa Mahallesi sınırlarında yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.....	103
Tablo 5.4. Kındam Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....	104
Tablo 5.5. Bahçelievler Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....	105
Tablo 5.6. Ahievran Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....	107
Tablo 5.7. Güldiken Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....	108
Tablo 5.8. Çukurçayır Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....	109
Tablo 5.9. Kuşdilli Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....	110
Tablo 5.10. Kervansaray Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....	111

- Tablo 5.11. Yenice Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin peryotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....113
- Tablo 5.12. Gölhisar Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin peryotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....114
- Tablo 5.13. Kayabaşı Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin peryotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....115
- Tablo 5.14. Medrese Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin peryotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....116
- Tablo 5.15. Nasuhdede Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin peryotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....117
- Tablo 5.16. Bağbaşı Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin peryotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları .....119



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Fay ve kıvrım örneği .....	6
Şekil 2.2. Kıvrım türleri .....	6
Şekil 2.3. Fay blokları .....	7
Şekil 2.4. Fay atım çeşitleri .....	8
Şekil 2.5. Fay çeşitleri .....	9
Şekil 2.6. Tektonik levha hareketleri.....	10
Şekil 2.7. Büyük depremlerin dış merkezlerinin yerleri.....	11
Şekil 2.8. Tip levha sınırları .....	11
Şekil 2.9. Basitleştirilmiş bir deprem hareketine ait büyüklükler .....	13
Şekil 2.10. Avrasya, Afrika ve Arap levhaları .....	17
Şekil 2.11. Türkiye fay haritası .....	19
Şekil 2.12. 10 ekim 1980 El Ansam depremi sırasında oluşan yüzey kırığı.....	23
Şekil 2.13. Haziran 1964 Nigata (Japonya) depremi sırasında Nigata’da meydana gelen kum kaynaması .....	25
Şekil 2.14. Nigata’ daki (Japonya) Kawagishi-cho apartmanları.....	26
Şekil 2.15. Nigata'daki Kawagishi-cho apartmanlarından birinin tabanının görünümü.....	27
Şekil 2.16. Aşağı San Fernando Barajında 9 Şubat 1971 depreminde meydana gelen akma kayması .....	27
Şekil 2.17. 17 Ekim 1989 Loma Prieta depreminin neden olduğu yanal yayılım.....	28
Şekil 2.18. Ağustos 1999 İzmit (Türkiye) depremi sırasında bölgesel çökmeden dolayı meydana gelen su basması.....	29
Şekil 3.1. Olasılık yoğunluk fonksiyonu üzerinde manyitüd- olasılık ilişkisi .....	41
Şekil 4.1. Kırşehir ve çevresinin jeoloji haritası.....	59
Şekil 4.2. Çalışma alanını sınırlayan ana faylar ve Seyfe Fay Zonu’nu oluşturan..... Fayların konumunu gösterir harita .....	64
Şekil 4.3. Kırşehir ve çevresindeki bölgede, 01.01.1900-09.05.2006 tarihleri arasında büyüklüğü 4.0’den büyük olan depremlerin dış merkez dağılımları.....	66
Şekil 4.4. (38.00-40.00)K-(33.00-35.00)D koordinatları ile sınırlanan bölgede,	

01.01.1928-31.12.2007 tarihleri arasında büyüklüğü 2.0'den büyük olan depremlerin yıllara göre dağılımı .....	72
Şekil 4.5. Kırşehir eşşiddet haritası .....	75
Şekil 4.6. Kırşehir il haritası.....	76
Şekil 4.7. Kırşehir İl merkezinin 100 km. yarıçapındaki etki alanındaki depremleri gösteren harita .....	77
Şekil 4.8. Tekerrür periyodu – deprem şiddeti ilişkisi (Maksimum Olabilirlik Yöntemiyle ).....	81
Şekil 4.9. Tekerrür periyodu – deprem şiddeti ilişkisi Ağırlıklı Momentler Yöntemiyle .....	82
Şekil 5.1. Kırşehir ili mahalle yerleşim planı.....	87
Şekil 5.2. Sondaj yerleri .....	88
Şekil 5.3. Kırşehir yerel zemin sınıflarının değişimi.....	95
Şekil 5.4. Eşdeğer SPT-N değerlerinin mahalle bazında değişimi.....	100
Şekil 5.5. Kayma dalgası hızlarının mahalle bazında değişimi.....	101
Şekil 5.6. Zemin büyütmelelerinin mahalle bazında değişimi .....	102
Şekil 5.7. A profili P dalgası hız kesiti.....	121
Şekil 5.8. A profili S k dalgası hız kesiti.....	122
Şekil 5.9. A profili S kayma dalgası hız aralıkları .....	122
Şekil 5.10. B profili P dalgası hız kesiti .....	123
Şekil 5.11. B profili S dalgası hız kesiti .....	123
Şekil 5.12. B profili S kayma dalgası hız aralıkları.....	124
Şekil 5.13. C profili P dalgası hız kesiti .....	124
Şekil 5.14. C profili S dalgası hız kesiti .....	125
Şekil 5.15. C profili S kayma dalgası hız aralıkları.....	125
Şekil 5.16. D profili P dalgası hız kesiti.....	126
Şekil 5.17. D profili S dalgası hız kesiti.....	126
Şekil 5.18. D profili S kayma dalgası hız aralıkları .....	126
Şekil 5.19. E profili P dalgası hız kesiti .....	127
Şekil 5.20. E profili S dalgası hız kesiti .....	127
Şekil 5.21. E profili S kayma dalgası hız aralıkları.....	128
Şekil 5.22. Sismik kırılma etüd yerleri.....	131

- Şekil 5.23. Eş değer SPT-N den hesaplanan kayma dalgası hızları ve sismik kırılmada yerinde ölçülen kayma dalgası hızları ..... 132
- Şekil 5.24. Bulunan değerler SPT-N den elde edilen zemin büyütme verileri ile birleştirilerek Kırşehir İli'nin zemin büyütmesine göre mikrobölgeleme haritası oluşturulmuştur ..... 133

## 1. BÖLÜM

### GİRİŞ

#### 1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Yerkabuğunda meydana gelen kısa süreli ani bir hareket olan deprem; doğal olayların en şiddetlisi olup pek çok can ve mal kaybına yol açması nedeni ile insanoğlunu gündeminde sürekli olarak yer alan önemli bir konudur. Ülkemizin aktif deprem kuşağı üzerinde yer alması konunun önemini daha da arttırmaktadır. Ülkemiz topraklarının %44' ü yüksek potansiyelli deprem bölgesi olup nüfusumuzun %60' ı bu bölgelerde yaşamaktadır.

Tüm mühendislik yapılarının temel sistemleri veya kendileri zemin içerisinde yer almaktadır. Bu yüzden depreme dayanıklı yapı tasarımında yapı-zemin etkileşimi her zaman göz önüne alınması gereken önemli bir konudur. Deprem sırasında yapılara gelecek olan deprem kuvvetleri; depremin özelliklerine ve yerel zemin koşullarına bağlıdır. Deprem dalgaları zemin tabakaları içinden geçerken titreşim özelliklerine bağlı olarak zemin özellikleri değişmektedir. Aynı şekilde deprem dalgaları zemin içinden geçerken zemin tabakalarının özelliklerinden dolayı titreşim karakteri de değiştirmektedir. Bu davranış kısır döngü hissi uyandırmakta olup her iki olayda karşılıklı etkileşim şüphesiz söz konusudur.

Özellikle sismik tehlikenin yüksek olduğu bölgelerde, deprem tasarım parametrelerinin belirlenmesinde, yerel zeminlerin dinamik özelliklerinin bölgedeki değişiminin değerlendirilmesi, hem deprem kuvvetlerine karşı yapı davranışının daha gerçekçi olarak analiz edilmesi hem de bir depremde oluşabilecek hasarın en aza indirgenmesi açısından önemlidir. Yerel zemin özellikleri ve bunlardaki değişimin değerlendirilerek, deprem kuvvetlerine karşı bina tasarım parametrelerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmalardan biri de mikrobölgeleme çalışmalarıdır.

Mikrobölgeleme ile arazilerin bir plan içerisinde düzenli olarak kullanımı gerçekleştirilir, deprem etkisi karşısında jeolojik, sismolojik ve geoteknik faktörleri birleştirilerek ekonomik, sosyal ve politik açıdan uyumlu ve kullanılabilir bölgelerin oluşması sağlanır. Özellikle deprem tehlikesi yüksek olan bölgelerde yerleşime açılacak sahaların belirlenmesinde kullanılır. Bu yöntemle; yerleşim alanlarında olası bir depremde oluşabilecek hasarın tahmin edilerek, yapı hasarını en aza indirecek şekilde zeminlerin sismik parametrelerinin bölgedeki değişimi belirlenerek deprem tasarım parametreleri tahmin edilir.

Mikrobölgeleme çalışmaları üç aşamada gerçekleştirilir. Bu aşamalarda genelden detaya gidilen ve zeminin dinamik davranışının da modellendiği bir yöntem izlenmektedir.

Birinci aşamada bölgenin jeolojik, jeofizik, tektonik, sismolojik ve geoteknik özelliklerini yansıtan mevcut veriler toplanıp, bölgenin depremselliği araştırılarak yerel zemin koşullarındaki değişimin büyütme üzerine olan etkisi tahmin edilir.

İkinci aşamada ise bölgede çok detaylı geoteknik inceleme ve araştırmalar yürütülerek arazi ve laboratuvar deneyleri yapılır ve mikrotremor ölçümleri alınır. Arazi deneyleri kullanılarak SPT-N sayısı veya koni uç mukavemeti gibi zeminlerin rijitliğini ifade eden parametrelerden, literatürdeki bağıntılar yardımı ile hesaplanan veya yerinde ölçümler ile direkt olarak belirlenen kayma dalgası hızının ve yine literatürdeki bağıntılar ile hesaplanan zemin büyütmelerinin bölgedeki değişimi belirlenir. Ayrıca, mikrotremor ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinden de zeminlerin periyot ve büyütme özellikleri bulunur.

Üçüncü aşamada ise önceki yöntemler ile elde edilen verilerden mühendislik özellikleri belirlenen zeminin 1, 2 ve 3 boyutlu analizleri ile deprem etkisi altındaki davranışı modellenerek yerel zemin koşullarının bölgedeki değişiminin büyütme üzerine olan etkisi sayısal olarak ortaya konur.

Çalışmanın birinci amacı; depremler, depremsellik, sismik tehlike analizleri ve mikrobölgelendirme ile ilgili literatür bilgileri toplamak ve bunları tez kapsamında sunmaktır. İkinci amacı Kırşehir ili geoteknik yapısı ve depremselliği ile ilgili şimdiye kadar yapılmış çalışmaları derlemek, elde edilen bilgiler ışığında sismik tehlike analizlerini ve mikrobölgelendirme çalışmalarını yapmaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde; depremlerle ilgili genel bilgiler özetlenmiştir. Depremlerin oluşumu, deprem parametreleri ile dünyada ve yurdumuzda deprem bölgeleri anlatılmıştır. Ayrıca; depremlerde hasara neden olan başlıca etkenler açıklanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde; depremsellik, sismik tehlike analizleri ve mikrobölgelendirme ile ilgili bilgiler verilmiştir. Çalışmanın dördüncü ve beşinci bölümü uygulamaya dönük çalışmalar içermektedir. Kırşehir ili geoteknik yapısı ve depremselliği ile ilgili çalışmalarını ve yine Kırşehir ili için yapılan mikrobölgelendirme çalışmalarını kapsamaktadır.

## **1.2. Çalışmada Kullanılan Yöntem**

Çalışmada öncelikle konu ile ilgili literatür çalışmaları yapılmıştır. Pratik uygulama olarak kullanılacak konular olan depremsellik, sismik tehlike analizleri ve mikrobölgelendirme ile ilgili çalışmalar detaylı olarak toplanmış ve tez içerisinde detaylı bir şekilde yer verilmiştir.

İkinci aşamada uygulamaya yönelik çalışmalar ve hesaplamalar için Kırşehir İline ait geoteknik veriler titizlikle toplanmıştır. Kırşehir İli'nin (merkez) geoteknik yapısı ile ilgili değerlendirme yapabilmek için, Kırşehir Belediyesi tarafından yaptırılan 119 sondaj kuyusuna ait sondaj loglarından, özel firmalara yaptırılan 66 adede parsele esas zemin etüt raporlarından yararlanılmıştır. Ayrıca Kırşehir Belediyesi tarafından Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarına yaptırılan mikrotremor ölçümlerinden faydalanılmıştır. Kırşehir İli için hazırlanan raporlar mahalle bazında sınıflandırılmış olup, bu mahalleler zemin özelliklerine ve mahalle sınırlarına göre bölgelere ayrılmış olup her bölge için tipik zemin profilleri, yeraltı su seviyeleri, temel zeminlerin genel yapısı hakkında bilgiler tablolanmış ve haritalanmıştır.

Elde edilen verilere göre bölgenin sismik tehlike analizleri yapılmıştır. Yapılan sismik tehlike analizlerinde, parametreleri maksimum olabilirlik (ML) ve olasılık ağırlıklı momentler (PWM) yöntemlerine göre hesaplanan 3 parametrelili log-normal (LN3), log-pearson-3 (LP3) ve genel ekstrem değerler (GED) olasılık dağılımları kullanılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre Kırşehir İli'nin sismik tehlikesi belirlenmiştir.

Bölgenin topoğrafik, jeolojik, tektonik özellikleri araştırılmış, elde edilen bilgiler doğrultusunda literatürdeki bağıntılar yardımıyla zemin büyütmelerine göre ön mikrobölgeleme çalışması yapılmıştır.

Bu çalışmada; güncelliğini her zaman için koruyan deprem ve etkileri incelenmiştir. Depremsellik, sismik tehlike analizleri ve mikrobölgelendirme konuları ele alınarak Kırşehir İli için sismik tehlike analizleri ve mikrobölgelendirme çalışmaları eldeki bilgiler doğrultusunda yapılmıştır.

## 2. BÖLÜM

### DEPREM VE DEPREMLERİN YERYÜZÜNE DAĞILIŞI

Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına deprem denir [1]. Depremlerin ne zaman meydana geleceği önceden belli olmadığından, doğal afetler arasında farklı bir özelliğe sahiptir. Depremler meydana gelmeden önce bazı ön belirtiler görülebilse de günümüzde depremin önceden tahmin edilmesi henüz tam olarak söz konusu değildir. Güvenilir bir uyarı sisteminin henüz mevcut olmaması, yapıların depreme karşı düzenlenerek depremin etkilerinden korunmanın sağlanması gereğini ortaya çıkarmıştır [2].

Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışıklı olarak oluştuğu ve sonucundan da milyonlarca insanın ve barınakların yok olduğu bilinmektedir. Bilindiği gibi yurdumuz dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Geçmişte yurdumuzda birçok yıkıcı depremler olduğu gibi, gelecekte de sık sık oluşacak depremlerle büyük can ve mal kaybına uğrayacağımız bir gerçektir [3].

Deprem Bölgeleri Haritası' na göre, yurdumuzun %92' sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95' inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98' i ve barajlarımızın %93' ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir. Son 58 yıl içerisinde depremlerden, 58.202 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Sonuç olarak denilebilir ki, depremlerden her yıl ortalama 1.003 vatandaşımız ölmekte ve 7.094 bina yıkılmaktadır [3].

Bu bölümde önce kısaca yer kabuğundaki süreksizlik olarak bilinen kıvrımlar, faylar ve çatlaklardan bahsedilecek sonrada depremlerle ilgili bilgilere yer verilecektir.



## 2.1. Kıvrımlar, Faylar ve Çatlaklar

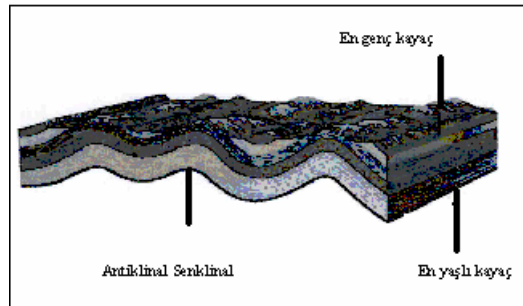
Fay; yer değiştirmelerin olduğu kaya içindeki bir kırıklar zonu veya bir kırık olarak tanımlanır. Yerkürede etkili olan tektonik kuvvetler levhaların şekillerini, hacimlerini ve yerlerini değiştirirler. Yani yerkabuğunu değiştiren iki önemli yapı vardır; kıvrımlar ve faylar [4]. Fay ve kıvrım örneği şekil 2.1' de görülebilir.



şekil 2.1. Fay (a) ve kıvrım (b) örneği [4].

### 2.1.1. Kıvrımlar

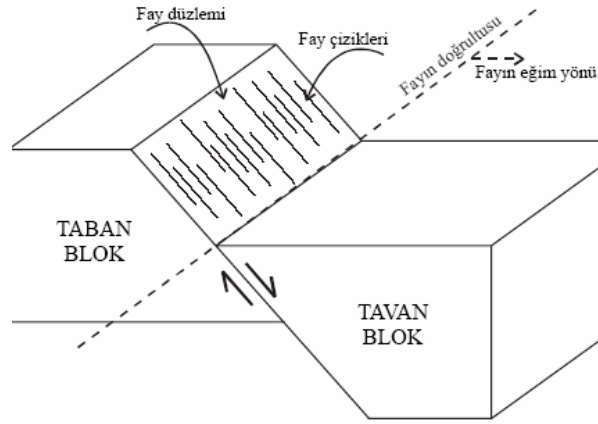
Tabakalı kayaçlar, sıkışma kuvvetlerine değişik şekillerde kıvrımlanarak yanıt verirler. Üst üste çökeliş farklı tabakalar yatay kuvvetlerin etkisine uğrarlarsa bükülür, kıvrılır antiklinal ve senklinal oluşur. Kıvrımlar yukarı doğru kavisli bir şekildeyse antiklinal, aşağı doğru veya çukur şeklinde ise senklinal adını alır. Antiklinal ve senklinal şekil 2.2' de görölmektedir. Tepe ve çukur kısımlarda gerilme çatlakları, iç kısımlarda ise sıkışma ve büzölmeler görölr. Antiklinallerin iç kısımlarında en eski tabakalar, senklinallerin içinde ise en yeni tabakalar yer alır.



şekil 2.2. Kıvrım türleri [4].

### 2.1.2. Fay ve Çatlaklar

Bir levha kuvvetler etkisi altında kırıldığı zaman, oluşan yapılar çatlaklar ve faylardır. İkisinin arasındaki farkı anlamak için kırılmış levha yüzeylerine ve bu kırığın çevresine bakılır. Eğer yüzeyler birbirine paralel olarak hareket etmişlerse ( hareket yoksa) buna çatlak, hareket varsa fay denir. Çatlak ve fayların incelenmesi yöredeki levhaların geçirmiş oldukları deformasyonla ilgili bilgiler verir. Çatlaklar, kabuk içindeki kuvvetlerle oluştuğu gibi (tektonik kırıklar), tektonik olmayan çatlaklarda vardır. Erozyonla aşınıp giden tabakalarda azalan çevre basıncı ile kalan kayalar kırılabilirler. Ayrıca volkanik kayalarda da lavların soğuma ve büzülme yüzünden çatladıkları bilinmektedir. Faylar; düzlemleri iki bloğa ayırır. Bu iki blok, fay düzlemi üzerinde birbirine nazaran hareket ederler. Bu bloklardan fay düzleminin üzerinde bulunan bloğa tavan bloğu, fay düzleminin altında bulunan bloğa ise taban bloğu denir (Şekil 2.3).

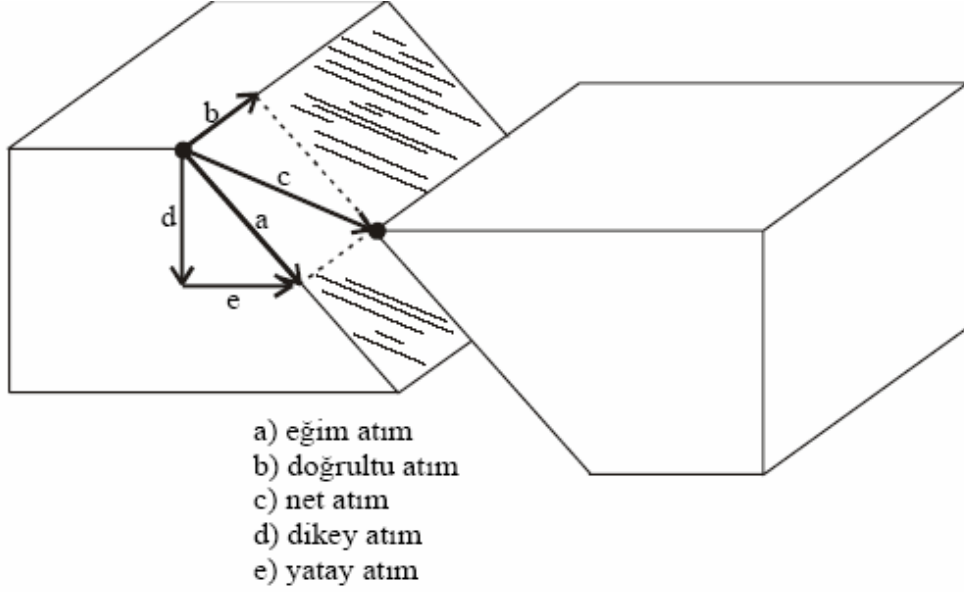


Şekil 2.3. Fay blokları [5].

Faylar oluşum mekanizmalarına göre üçe ayrılırlar [6]. Bunlar;

- a. **Normal faylar:** Bu tür faylarda tavan bloğu taban bloğuna göre, fay düzlemi üzerinde aşağıya doğru hareket etmiştir. Bu faylara gravite fayı' da denilmektedir.
- b. **Ters faylar:** Bu tür faylarda tavan bloğu taban bloğuna nazaran yukarıya doğru hareket etmiştir.
- c. **Doğrultu atımlı faylar:** Yırtılma fayı olarak da adlandırılan bu tür faylarda fay

blokları birbirlerine göre fayın doğrultusu boyunca hareket etmişlerdir. Eğer hareket karşıdaki bloğun sağa doğru yer değiştirmesiyle meydana gelmişse sağ yönlü doğrultu atımlı fay, karşıdaki bloğun sola doğru yer değiştirmesiyle meydana gelmişse sol yönlü doğrultu atımlı fay oluşur.



Şekil 2.4. Fay atım çeşitleri [5].

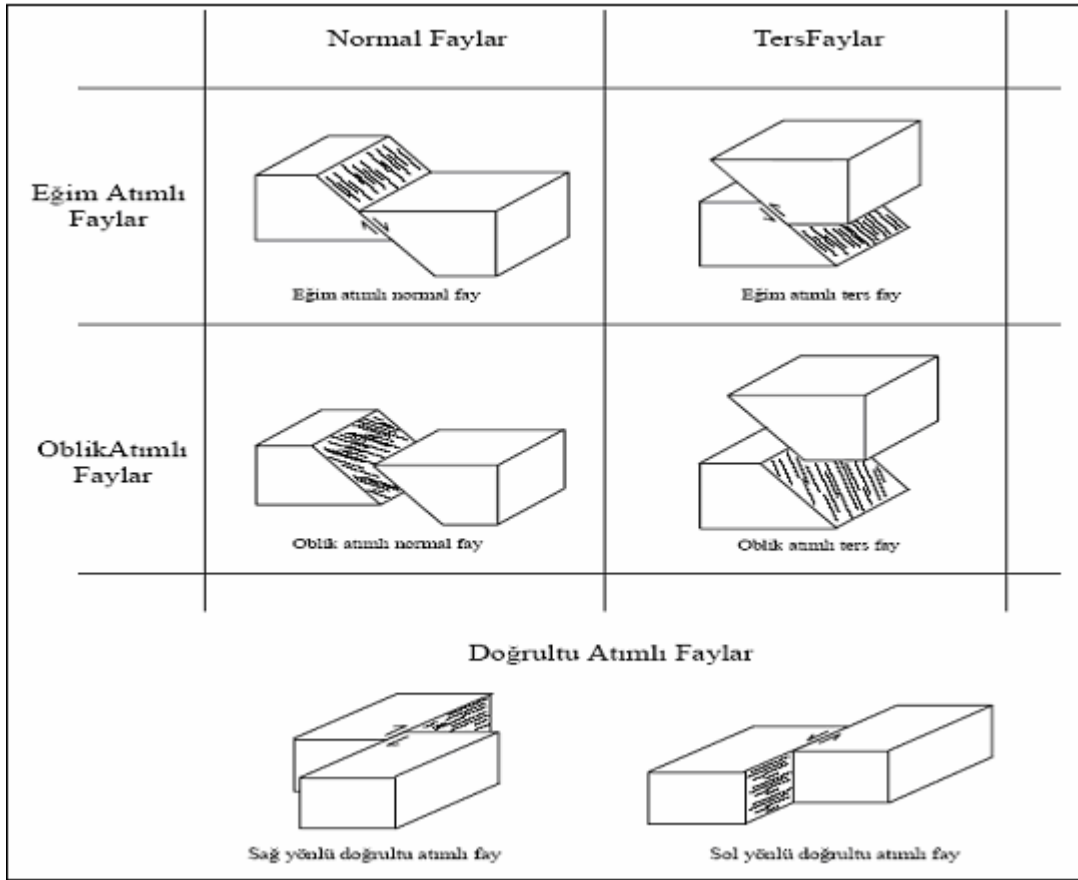
İki blok arasında meydana gelen yer değiştirmeye atım denir. Atım türleri aşağıda Şekil 2.4' de gösterilmiştir. Faylar atımlarına göre de sınıflandırılabilirler [5]. Buna göre;

**a. Eğim atımlı faylar:** Bu tür faylarda fayın hareket doğrultusu fayın eğim doğrultusu ile çakışır. Yani fay eğim doğrultusu boyunca hareket etmiştir.

**b. Doğrultu atımlı faylar:** Bu tür faylarda yukarıda da anlatıldığı gibi hareket fayın doğrultusu boyuncadır.

**c. Oblik atımlı faylar:** Bu tür faylarda hareket ne fayın eğimi boyunca ne de doğrultusu boyunca gelişmiştir. Fay, doğrultusunun ve eğiminin bileşkesi şeklinde hareket etmiştir.

Şekil 2.5 Fay çeşitlerini göstermektedir.



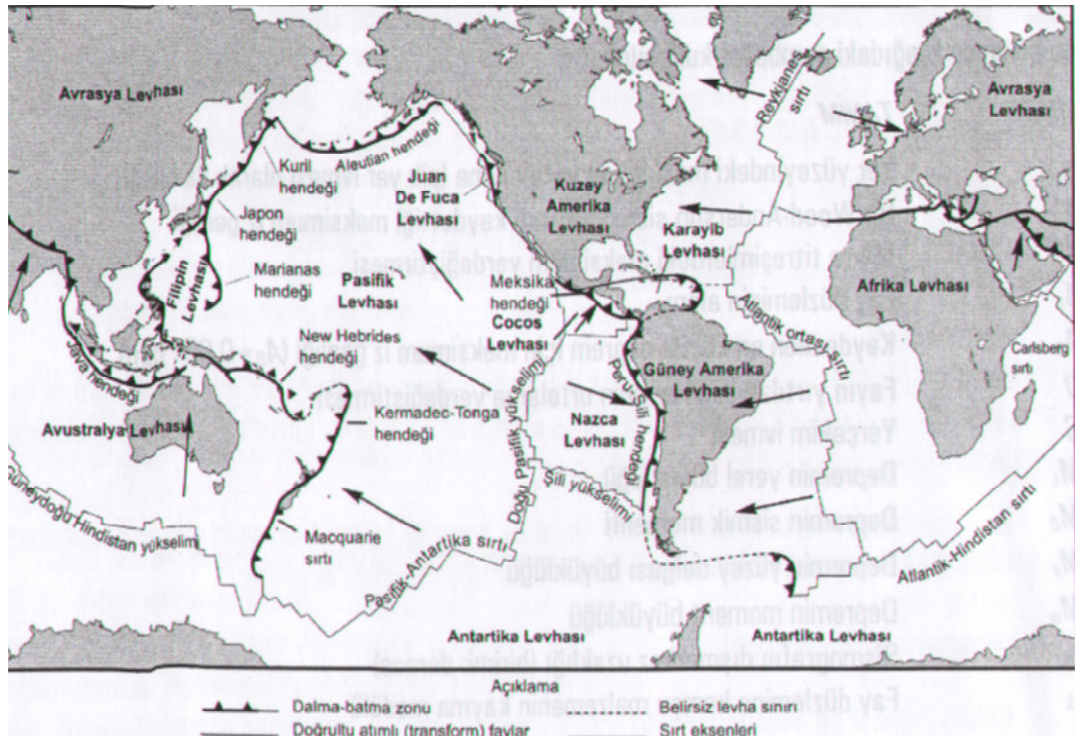
Şekil 2.5. Fay çeşitleri [5].

## 2.2. Depremler ve Depremlerin Oluşumu

Depremlerin büyük bir bölümü, yerkabuğunda çeşitli etkilerden dolayı meydana gelen şekil değiştirme enerjisinin ani olarak açığa çıkmasıdır. Böyle bir olay sırasında yerkabuğunu oluşturan plakalar kendisini sınırlayan faylar boyunca ani olarak kayar. Bu tür tektonik depremde ortaya çıkan yer değiştirme dalgaları sönmümlenerek uzaklara yayılır. Deprem yer ve şiddetine göre yerkabuğunda yeni faylar oluşabilir. Bu teori Elastik Geri Sekme Teorisi olarak isimlendirilir. Bazı depremler, volkanik hareketlere, yeraltı mağaralarının çökmesine ve hatta yeraltına basılarak uzaklaştırılan kullanılmış suların ortaya çıkardığı gerilmelere bağlı olarak da oluşabilmektedir. Ancak tektonik olmayan bu depremlerin sayısı ve şiddeti azdır [6].

Levha tektoniği teorisinin 1960' lı yıllarda depremlerin anlaşılmasında çok önemli katkıları olmuştur. Levha tektoniği teorisine göre, yeryüzü litosfer levhaları olarak da bilinen tektonik levhalardan oluşur. Her bir levha, kabuktan ve üst mantonun daha rijit

kısından oluşmaktadır [7]. Bu levha parçaları sınırlarda birbirlerine göre kaymakta veya biri diğerinin üzerine çıkabilmektedir. Bu hareketlerin ve yer kabuğu altında sıvı halde bulunan magmanın basıncında soğuma ve benzeri nedenlerle meydana gelen değişimler yer kabuğunda gerilmeler oluşturmaktadır. Diğer yandan kabuğun birçok yerde faylarla kesilmiş olduğu da bilinmektedir. Yer kabuğunda artan gerilmeler zayıf olan bu çizgiler üzerinde veya belirli zayıf bölgelerde yer kabuğunun taşıma gücünü aşarak ani bir kayma (yırılma) olmasına neden olur. Bu durumda harekete karşı koyan sürtünme kuvveti yenilmiş olur. Kayma hareketi depremin odak bölgesinde başlayarak fay boyunca dışarı doğru yayılır. Böylece uzun zamanda toplanan şekil değiştirme enerjisi yırılma ile deprem hareketi ve ısı enerjisi olarak ortaya çıkarak boşalır ve yer kabuğunun taşıyabileceği seviyeye iner. Sözü edilen boşalma yer kabuğunda gevşeme meydana getirir. Bu tür bölgelerde gevşeme, yani depremlerin meydana gelme zaman aralığı açıldıkça, kabukta zamanla toplanan enerji de artar. Bu ise meydana gelebilecek yer hareketinin daha şiddetli olması sonucunu doğurur. Yer kabuğunda meydana gelen kaymanın bir dalga hareketi olarak yayılması sonucu oluşan yüzey titreşimleri deprem olarak algılanır [6].



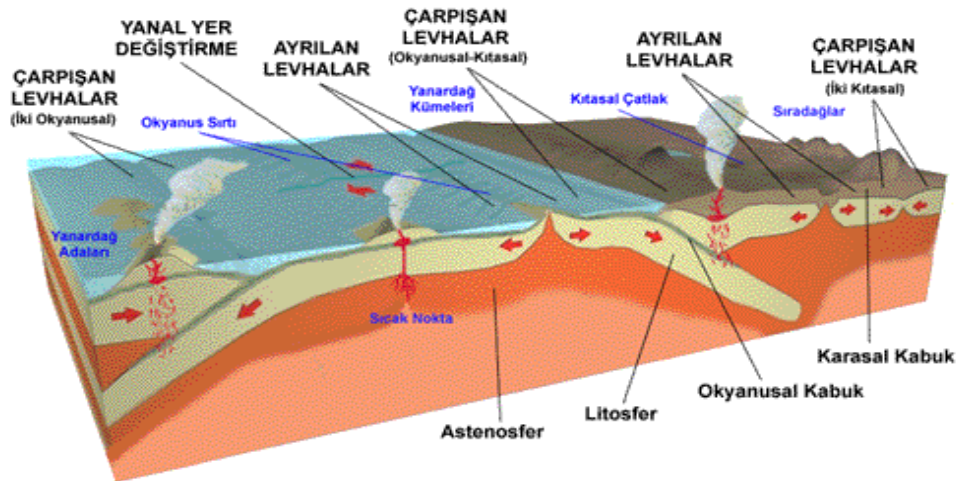
Şekil 2.6. Tektonik levha hareketleri [7].

Şekil 2.6 büyük tektonik levhaların yerlerini, oklar ise levha hareketinin göreceli yerlerini göstermektedir. Şekil 2.7 ise büyük depremlerin dış merkezlerinin yerleri görülmektedir.



Şekil 2.7. Büyük depremlerin dış merkezlerinin yerleri [7].

Bu iki şekil karşılaştığında, depremlerin büyük çoğunluğunun levhalar arasındaki sınırlara karşılık geldiği açıktır. Levhaların hareket yönüne bağlı olarak; iraksayan sınır, yakınsayan sınır ve transform sınır şeklinde 3 tip levha sınırları vardır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Tip levha sınırları [8].

### **a. Uzaklaşan-Ayrılan Levhalar (ıraksayan sınır)**

Bu durum, iki levhanın göreceli hareketinin birbirinden uzaklaşması durumunda ortaya çıkar. Tektonik levhalar birbirinden uzaklaşırken, soğuyan ve katılan sıcak magmanın yukarı doğru hareketi yayılma sırtlarını oluşturur. Yayılma sırtları üzerindeki depremler yeni kabukların oluştuğu sırt tepeleri ile sınırlandırılmıştır. Bu depremler; nispeten küçük ve sığ derinlikte olma eğilimindedir [7].

### **b. Yakınlaşan-Çarpışan Levhalar (Yakınsayan Sınır)**

Bu durum, iki levhanın göreceli birbirine doğru hareket etmesi sonucu oluşur. Yeryüzü üzerindeki kabuk miktarı nispeten sabit kalır ve dolayısıyla bir alanda ıraksayan sınır oluştuğunda diğer alanda yakınsayan sınır oluşmalıdır [7].

### **c. Yanal Yer Değiştirme-Sıyırma (Transform Fatlı Sınırlar)**

Transform faylı sınırlar boyunca yer kabuğunda ne bir üretilme nede tüketilme söz konusudur. İki levhanın göreceli hareketi birbirine paralel olduğu zaman, levha sınırlarında doğrultu atımlı fay zonları gelişebilir. Doğrultu atımlı faylar, fay düzlemi üzerinde hareketin doğrultuya paralel olduğu faylar olarak tanımlanır ve bir başka deyişle fayın yönünde paralel yatay hareket vardır [7].

## **2.3. Deprem Parametreleri**

Herhangi bir deprem oluştuğunda, bu depremin tariflenmesi ve anlaşılması için “deprem parametreleri” olarak tanımlanan bazı kavramlardan söz edilebilir [5].

**Odak Noktası (Hiposantr):** Odak noktası yerin içinde deprem enerjisinin ortaya çıktığı noktadır. Bu noktaya odak noktası veya iç merkez de denir. Gerçekte enerjinin ortaya çıktığı bir nokta olmayıp bir alandır.

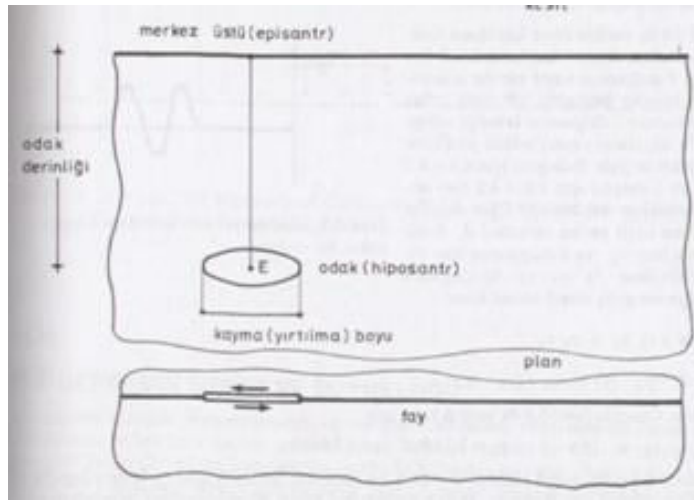
**Dış Merkez (Episantr):** Odak noktasına en yakın olan yer üzerindeki noktadır. Burası aynı zamanda depremin en çok hasar yaptığı veya en kuvvetli olarak hissedildiği noktasıdır. Aslında bu, bir noktadan çok bir alandır. Depremin dış merkez alanı depremin şiddetine bağlı olarak çeşitli büyüklüklerde olabilir. Bazen büyük bir depremin odak noktasının boyutları yüzlerce km de belirlenebilir. Bu nedenle Episantr

Bölgesi ya da Episantr Alanı olarak tanımlaması gerçeğine daha yakın olacaktır.

**Odak Derinliği:** Deprem enerjisinin açığa çıktığı noktanın yeryüzünden en kısa uzaklığı, depremin odak derinliği olarak adlandırılır. Depremler odak derinliklerine göre sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırma tektonik depremler için geçerlidir. Yerin 0-60 km derinliğinde olan depremler sığ deprem olarak nitelendirirler. Yerin 70-300km derinliklerinde olan depremler orta derinlikte olan depremlerdir. Derin depremler ise yerin 300 km den fazla derinlikte olan depremlerdir. Türkiye de olan depremler genellikle sığ depremlerdir ve derinlikleri 0-60 km arasındadır. Orta ve derin depremler daha çok geniş alanlarda hissedilir, buna karşılık yaptıkları hasar azdır. Sığ depremler ise dar bir alanda hissedilirken bu alan içinde çok büyük hasar yapabilirler.

**Eş şiddet (İzosenit) Eğrileri:** Aynı şiddetle sarsılan noktaları birbirine bağlayan eğrilere denir. Bunun tamamlanmasıyla eş şiddet haritası ortaya çıkar. Genelde kabul edilmiş duruma göre, eğrilerin oluşturduğu yeni iki eğri arasında kalan alan, depremlerden etkilenme yönüyle, şiddet bakımından sınırlandırılmış olur. Bu nedenle depremin şiddeti eş şiddet eğrileri üzerine değil alan içerisine yazılır.

Basitleştirilmiş bir deprem hareketine ait büyüklükler Şekil 2.9' da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Basitleştirilmiş bir deprem hareketine ait büyüklükler [6].



**Deprem Şiddeti:** Herhangi bir derinlikte olan depremin, yeryüzünde hissedildiği bir noktadaki etkisinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle depremin şiddeti, onun yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerin bir ölçüsüdür. Bu etki, depremin büyüklüğü, odak derinliği, uzaklığı yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılık dahi değişik olabilmektedir. Şiddet depremin kaynağındaki büyüklüğü hakkında doğru bilgi vermemekle birlikte yukarıdaki etkenlere bağlı olarak yansır.

Depremin şiddeti, depremlerin gözlenen etkileri sonucunda ve uzun yılların vermiş olduğu deneyimlere dayanılarak hazırlanmış olan “şiddet cetvelleri” ne göre değerlendirilmektedir. Deprem şiddet cetvelleri; depremin etkisinde kalan canlı ve cansız her şeyin depreme gösterdiği tepkiyi değerlendirmektedir. Önceden hazırlanmış olan bu cetveller, her şiddet derecesindeki depremlerin insanlar, yapılar ve arazi üzerinde meydana getireceği etkileri belirlemektedir.

Bir deprem oluştuğunda, bu depremin herhangi bir noktadaki şiddetini belirlemek için, o bölgede meydana gelen etkiler gözlenir. Bu izlenimler şiddet cetvelinde hangi derece tanımına uygunsa, depremin şiddeti, o şiddet derecesi olarak değerlendirilir. Örneğin, depremin neden olduğu etkiler, şiddet cetvelinde VIII şiddet olarak tanımlanan bulgular içeriyorsa, o deprem VIII şiddetinde bir deprem denir.

**Büyüklik (Magnitüd):** Deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak tanımlanır. Enerjinin doğrudan doğruya ölçülmesi olanağı olmadığından, Amerika Birleşik Devletlerinden Prof. C. Richter tarafından 1930 yıllarında bulunan bir yöntemle depremlerin aletsel bir ölçüsü olan “magnitüd” tanımlanmıştır.

Magnitüd, aletsel ve gözlemsel olmak üzere 2 gruba ayrılır. Aletsel magnitüd, standart bir sismograf ile kaydedilen deprem hareketinin maksimum genlik, periyot değeri ve alet kalibrasyon fonksiyonlarının kullanılması ile yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilmektedir. Aletsel magnitüd değeri, gerek hacim dalgaları gerekse yüzey dalgalarından hesaplanmaktadır. Gözlemsel magnitüd değeri ise, gözlemsel inceleme sonucu elde edilen episantr şiddetinden hesaplanmaktadır. Ancak bu tür hesaplamalarda magnitüd- şiddet bağıntısının incelenen bölgeden bölgeye değiştiği de göz önünde tutulmalıdır. Deprem büyüklüğüne ve oluşan hasarın yoğunluğuna bağlı olarak depremin gücü belirlenebilir. Büyüklik, deprem nedeniyle açığa çıkan enerji miktarını

ölçer. Sismologlar tarafından en fazla kullanılan deprem büyüklük ölçekleri aşağıdadır.

- Yerel büyüklük ölçeği ( ML), Richter magnitüd ölçeği
- Yüzey dalgası büyüklüğü ölçeği
- Moment büyüklüğü ölçeği.

#### **2.4. Depremlerin Yeryüzüne Dağılışı**

Herhangi bir bölgede meydana gelen depremlerin frekansı ve şiddeti o bölgenin sismisitesidir. Dünya, meydana gelen depremlerin frekansı ve şiddetine göre üç ana bölgeye ayrılmıştır. Bunlar Asismik, Pene sismik ve Sismik bölgelerdir. Asismik bölgelerde hemen hemen hiç deprem olmamaktadır [9].

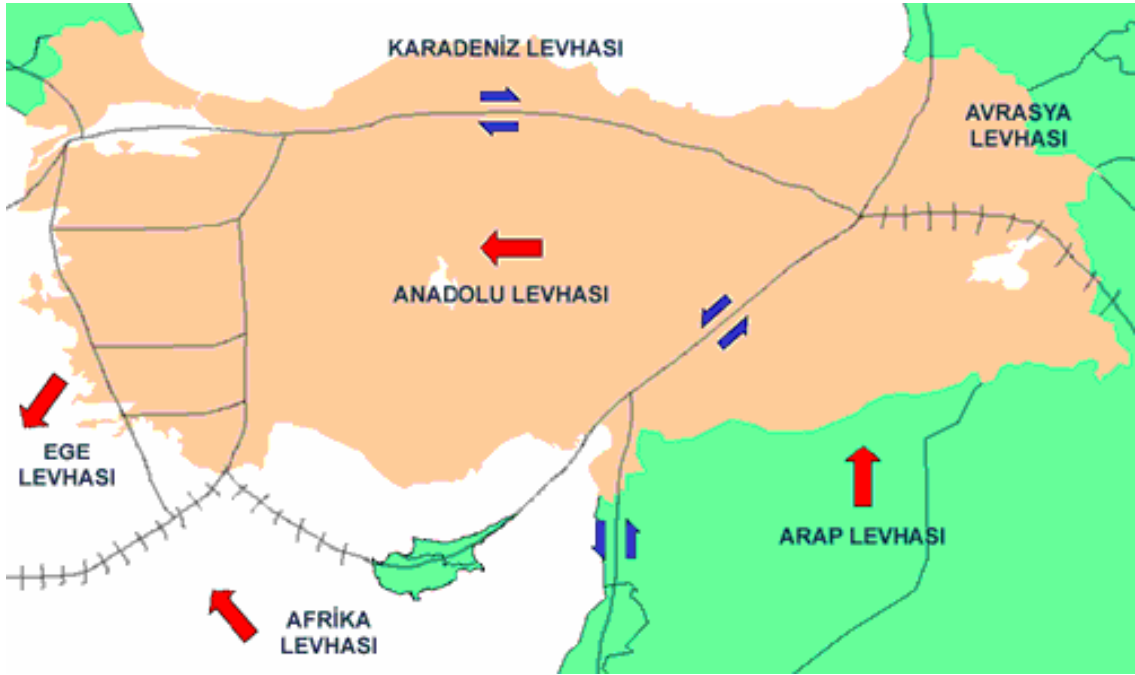
##### **2.4.1. Yeryüzündeki Faylar ve Tektonik Bölgeler**

Bazı bölgelerde çok seyrek ve hafif şiddette depremlerin olduğu gözlenir. Deprem yönünden aktif olan bölgeler kuşaklar halinde uzanmakta ve birçok ülkeleri içersine almaktadır. Bu ülkeler zamanı ve yeri bilinmeyen gelecekteki depremlerin tehdidi altındadır. Tarihi istatistiklere ve aletsel gözlemlere göre, yeryüzündeki aktif deprem kuşakları değişik sismik aktiviteler göstermektedir. Avrupa’ da Hartz, Bohemya, Masif Santraller gibi yaşlı masifler ile Doğu Afrika bu türden Pene Sismik Bölgeler olarak adlandırmaktadırlar. Buralarda meydana gelen nadir depremler sırasında önemli sayılabilecek can ve mal kaybı ortaya çıkmaz. Buna rağmen gerekli önlemlerin alınmasında yarar vardır. Dünyanın şiddetli ve sık deprem olan bölgeleri Sismik Bölgeler olarak adlandırılır. Belirgin olarak iki kuşak boyunca dağılan bu bölgeler, aynı zamanda genç sıradağ ve volkan zincirlerinin de sıralandığı plaka sınırlarına paralel olarak uzanan kuşaklardır. Bunlar Akdeniz Çevresi ya da Alp-Himalaya Deprem Kuşağı ve Pasifik Çevresi Deprem Kuşaklarıdır. Gutenberg ve Rihter’ in yaptıkları çalışmalara göre depremler nedeniyle bir yılda dünyada ortaya çıkan enerjinin %80’ i Pasifik Çevresi Deprem Kuşağında, %15’ i Akdeniz Çevresi Deprem Kuşağında, geri kalan %5’ i ise dünyanın diğer bölgelerinde meydana gelen depremlerden kaynaklanmaktadır [9].

#### 2.4.2. Yurdumuzdaki Faylar ve Tektonik Bölgeler

Yerküre üzerinde oluşan depremlerin büyüklüğü ve neden oldukları zararlar göz önüne alındığında iki ana deprem kuşağı en çok ilgi çeken bölgelerdir. Bunlardan biri Büyük Okyanusu çevreleyen ve özellikle Japonya üzerinde etkili olan Pasifik Deprem Kuşağı, diğeri ise Cebelitarık' tan Endonezya adalarına uzanan ve Türkiye' nin de içinde bulunduğu Akdeniz-Himalaya deprem kuşağıdır [9].

Türkiye' nin bulunduğu bölgede büyük levhalar arasında küçük birçok levhanın olması, Türkiye' nin büyük bir bölümünün deprem kuşağı içinde yer almasına neden olur. Türkiye, üç büyük levhanın etkisi altındadır (Şekil 2.10). Avrasya, Afrika ve Arap levhaları Anadolu' nun büyük bir kısmının yer aldığı Anadolu levhası, Avrasya levhasının küçük bir bölümüdür. Bu levhalar arasındaki etkileşim şöyledir; Afrika levhası, Akdeniz' de Helenik-Kıbrıs Yayı denilen bölgede, Avrasya (veya onun bir parçası olan Anadolu) levhasının altına dalar. Arap levhası ise Kızıldeniz' deki açılma nedeniyle kuzeye doğru hareket eder ve Anadolu levhasını sıkıştırır. Bu sıkıştırma sonucu Bitlis Bindirme Zonu (Bitlis Kenet Kuşağı) oluşmuştur. Sıkıştırma halen sürdüğü için, Anadolu levhası kuzey ve güneydeki fay hatları boyunca batıya doğru hareket eder. Anadolu levhasının kuzey sınırı, bir bölümünde 17 Ağustos depreminin olduğu Kuzey Anadolu Fayı' dır. Güney sınırını ise, Helenik-Kıbrıs Yayı ile Doğu Anadolu Fayı oluşturur. Arap levhasının sıkıştırması sonucu batıya kayan Anadolu levhasının sınırlarında ve Afrika levhasının Avrasya levhasının altına dalması sonucu Akdeniz' de ve Ege Graben Sistemi içersinde depremler meydana gelir. Ancak Arap levhasının sıkıştırması bu bölgelerdeki hareketlenme ile tamamen telafi edilemediği için İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde de içsel deformasyon nedeniyle depremler olabilmektedir.



Şekil 2.10. Avrasya, Afrika ve Arap levhaları [10].

Türkiye topraklarının %96 ' sı değişik deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Nüfusun da %98' i deprem riski altında yaşamaktadır. Büyük sanayi merkezlerinin %98' i, barajların %92' sinin deprem bölgelerinde yer aldığı görülmektedir [9].

#### 2.4.2.1. Kuzey Anadolu Deprem Fay Zonu

Batı Anadolu' da Biga Yarımadası' ndan başlayıp Çanakkale kuzeyinden Marmara Denizini geçip, Bursa-Çankırı-Çorum hattının yakın kuzeyinden Çorum, Amasya, Tokat üzerinden Erzincan' a ulaşır. Burada bir kolu kuzeye yönelerek Erzurum-Kars üzerinden Ermenistan üzerine kadar giden, öbür kolu ise Van Gölü' ne kadar uzanan zon, Türkiye' nin en tehlikeli deprem zonu olan Kuzey Anadolu Deprem Zonu' nu oluşturur. Toplam 1600 km E-W yönünde uzanan bu zon KAF' nin kuzey ve güneyinde yaklaşık 50 km' lik bir alanı kapsamaktadır.

#### **2.4.2.2. Batı Anadolu Deprem Fay Zonu**

Anadolu' nun batısında, Edremit Körfezi' nden Toros Dağ Zincirinin başladığı Akdeniz' e kadar uzanan bölgeyi kapsar. Büyük ve Küçük Menderes Vadisi, Gediz Vadisi, Edremit ve Kemre Körfezi gibi Ege Graben Sistemini (EGS) oluşturan graben alanlarındaki normal fay sistemleri, bu zonun önemli deprem kaynaklarını oluşturmaktadır.

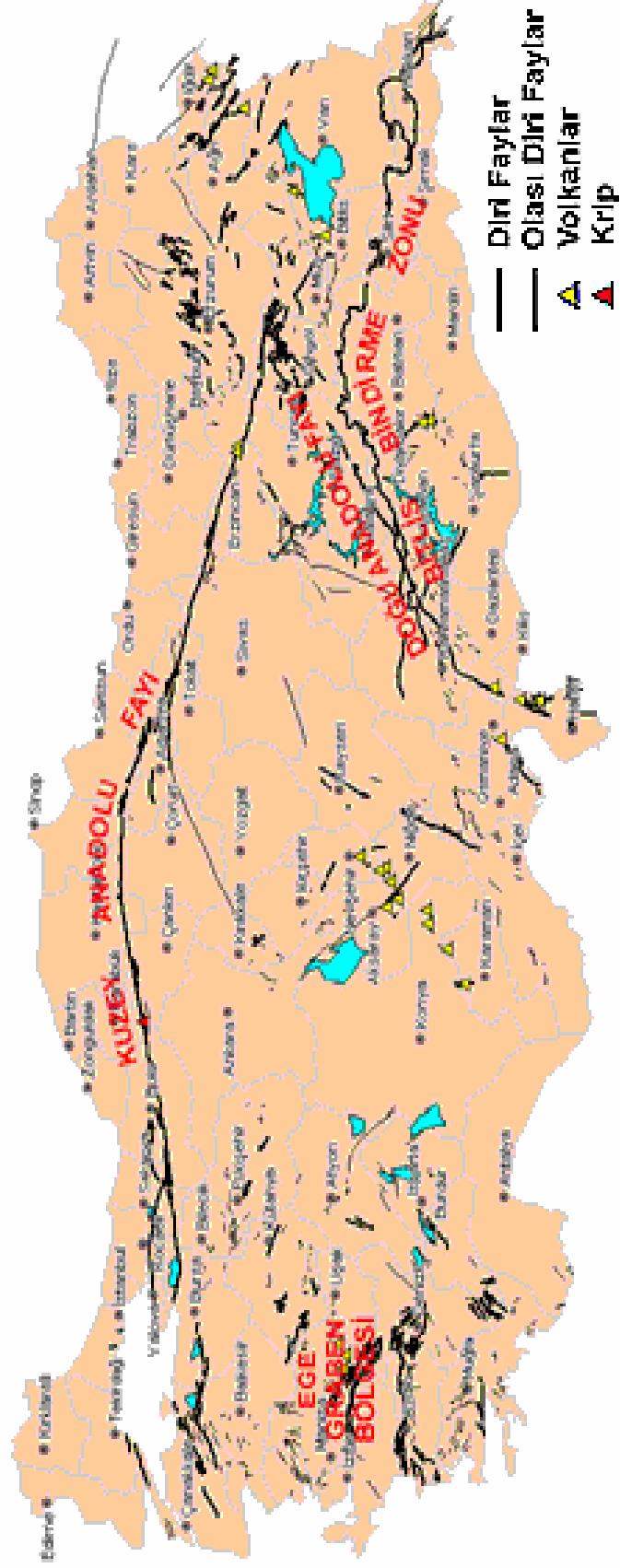
#### **2.4.2.3. Doğu Anadolu Deprem Fay Zonu**

Kızıl Deniz' in kuzey ucuna bağlanan Ölü Deniz Fayı ile doğu Anadolu Fay (DAF) zonunu oluşturan faylardan kaynaklanan depremlerin etkili olduğu bölgede, Arap-Afrika Levhası ile Anadolu Levhasının çarpışmasına bağlı olarak meydana gelen sıkışma rejiminin sonucu ortaya çıkan bindirme ve ters faylar bu bölgenin deprem kaynağını oluşturmaktadır. Bu bölge; Antakya Hatay' dan yurdumuza girer Maraş, Malatya, Elazığ, Bingöl, Bitlis ve Van' a kadar uzanarak KAF ile Karlıova civarında birleşir.

#### **2.4.2.4. Yerel Episantr Zonları**

Orta Anadolu' da Afyon-Akşehir Çukurluğu, Ankara Eskişehir Kırık Hattı, Kırşehir-Yerköy, Kayseri – Göller Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu' da Urfa yöreleri geçmişte sismik bakımdan aktif olmuş ve gelecekte de deprem tehlikesi ve riski taşıyan bölgeler olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye Fay Haritası Şekil 2.11' de görülebilir.



Şekil 2.11. Türkiye fay haritası[10].

## **2.5. Depremlerde Yapısal Hasara Neden Olan Başlıca Etkenler**

Deprem dalgaları, zemin tabakaları içerisinde geçerken depremin özelliklerinin değişmesi bir yana, bu dalgalar zemin tabakalarını da etkilemekte, bir yumuşama ve dayanım yitimine yol açabilmektedir. Bu nedenle bir bölge için deprem tasarım özellikleri tanımlanırken en önemli adımlardan biri o bölgedeki zemini oluşturan tabakaların tekrarlı yükler altındaki davranışların belirlenmesidir. Depremlerde yapısal hasara etki eden etkenler üç grup altında toplanabilir [11]. Bunlar; deprem dalgasının karakteristik özellikleri, yapı özellikleri ve yerel zemin özellikleridir.

### **2.5.1. Deprem Dalgasının Karakteristik Özellikleri**

Deprem dalgasının genel karakteristik özellikleri olan genlik, frekans içeriği ve süre; depremin kaynak özelliklerine, deprem dalgasının yayıldığı jeolojik ortamın özelliklerine ve odak uzaklığına bağlı olarak değişir. Genlikler, deprem hareketinin ivme, hız ve yer değiştirme değerleri olup genelde en çok kullanılan en büyük ivme değeridir. Genliklerin değişik frekanslardaki dağılımı olarak isimlendirilen frekans içeriği, deprem dalgasının yapı üzerindeki etkisini denetleyen en önemli özelliğidir. Bu nedenle dinamik analizlerde frekans içeriği incelenerek, hareketin temel özelliğini ortaya koyan hakim frekans belirlenmelidir. Bir deprem sırasında deprem dalgasının hakim frekansının, zeminin veya yapının hakim frekansının aynı olması durumunda rezonans durumu ortaya çıkar ve oluşan hasar önemli ölçüde artar. Deprem sırasında çevrimli yüklemeler nedeniyle yapı ve zemin, hareket süresine bağlı olarak birtakım fiziksel etkiler altında kalacağından deprem hareketinin süresi de hasarı etkileyen önemli özelliklerden birisi olmaktadır [12].

### **2.5.2. Yapı Özellikleri**

Yapı özellikleri depremde hasara neden etkenlerden biridir. Yapı özellikleri; malzeme niteliği ve tasarım özellikleri olarak sınıflandırılabilir. Bir yapıyı oluşturan elemanlar, deprem kuvvetlerine ve deprem sırasında oluşan deformasyonlara karşı yeterli mukavemete sahip olmalıdır. Tasarım yapılırken deprem kuvvetlerinin yapılara ağırlıklarıyla doğru orantılı olarak etkidikleri unutulmamalıdır. Bu nedenle olabildiğince hafif malzemeler kullanılmalı ve ağırlıklar düzgün olarak dağıtılmalıdır. Ayrıca deprem sırasında oluşabilecek burulma momentlerini en aza indirmek için ağırlık merkezi ile

kütle merkezi çakışan veya olabildiğince birbirine yakın olan tasarımlar yapılmalıdır.

Yapıların geoteknik deprem mühendisliğini ilgilendiren en önemli özellikleri ise sahip oldukları hakim periyotlardır. Deprem sırasında yapı, yüksekliğine ve tipine bağlı olarak değişik titreşim özellikleri gösterir. Yapıların hakim periyotları, rijitlikleri ve kat sayılarına bağlı olarak 0.05 saniyeden başlayıp 1-2 saniye arasında değişebilir ( bir katlı çerçeve yapı 0.1 sn, 4 kata kadar alçak yapı 0.5sn, 10 ile 20 katlı yapılarda 1-2sn dir). Zeminlerin doğal periyotları ise 0.1 ile 1 saniye arasında değişir. Bu durumda yapı ile zemin periyotlarının aynı olma durumu söz konusudur. Bu durum rezonans olarak isimlendirilmekte ve yapı üzerinde maksimum genlikler olduğundan hasarı önemli ölçüde arttırmaktadır. Bu nedenle yapının inşa edileceği zeminin hakim periyodu sağlıklı bir şekilde belirlenmeli ve tasarım bu periyot değerleri göz önüne alınarak yapılmalıdır [12].

### **2.5.3. Yerel Zemin Koşulları**

Depremlerde yapıları etkileyecek deprem özellikleri önemli ölçüde bu yapıların buldukları bölgelerdeki zemin koşullarından etkilenir. Bu nedenle yapılarda oluşabilecek hasarları tahmin etmek için yapılan çalışmalarda zemin tabakalarının etkisinin belirlenmesi önemli bir aşamadır. Zemin tabakalarının etkisi zemin tabakalarının cinsine, kalınlıklarına ve yeraltı su seviyesine bağlı olarak değişir. Bu özelliklerin belirlenebilmesi için; inceleme alanında yapılmış sondaj çalışmaları, sondajlar sırasında yapılan arazi deneyleri, sondajlardan alınmış numuneler üzerinde yapılmış laboratuvar deney sonuçların birlikte değerlendirilmelidir [13].

Zeminler tekrarlı kayma gerilmeleri altında; cinslerine, yerleşim sıklıklarına, aşırı veya normal konsolide olmalarına, statik kayma gerilmelerine ve tekrarlı yüklemenin çevrim sayısına ve etkime süresine bağlı olarak farklı davranışlar sergilerler. Depremin yol açtığı tekrarlı kayma gerilmelerinin genliğine bağlı olarak ortaya çıkan boşluk suyu basıncı artışları ve şekil değiştirmeler, kayma mukavemetinde bir azalma ve zeminde bir yumuşama meydana getirir. Kayma mukavemetinde ortaya çıkan bu azalmanın mertebesi, büyük ölçüde zeminin gerilme-şekil değiştirme özelliklerine bağlıdır [14].

Tekrarlı kayma gerilmesi genliği, zeminlerin dinamik davranışına etki eden birinci dereceden faktörlerin başında gelmektedir. Tekrarlı kayma gerilmesi genliğindeki



artışlar oluşacak boşluk suyu basınçlarını ve birim kayma genliklerini arttırmakta, dinamik mukavemet değerlerini azaltmaktadır. Kayma gerilmesi genliğinin küçük olması halinde numunelerde hem birim kayma genlikleri hem de artık boşluk suyu basınçları sınırlı kalmaktadır. Frekans değerindeki artışlar, dinamik mukavemeti arttırıcı, buna bağlı olarak birim kayma genliklerini ve boşluk suyu basınçlarını azaltıcı yönde etki yapmaktadır. Frekans değerindeki azalmalar, aynı dinamik gerilme oranında oluşan boşluk suyu basınçlarını ve eksenel birim boy değişimlerini arttırmaktadır [15].

Çevrim sayısındaki artışlar ve tekrarlı kayma gerilmesi genliğinin büyük olması bu etkiyi ihmal edilebilir bir düzeye indirmektedir. Sınırlı sayıda çevrim içeren deprem analizlerinde, frekans önemli olurken çok fazla çevrim içeren dalga yüklerine maruz yapılarda frekans etkisinin ihmal edilebileceği anlaşılmaktadır. Yoğrulma etkisi ile birim kayma genliği artar ve boşluk suyu basıncı artar [16].

Tekrarlı kayma gerilmesi genliğindeki artışlar oluşacak boşluk suyu basınçlarını ve birim kayma genliklerini arttırmakta ve dolayısıyla dinamik mukavemet değerlerini azaltmaktadır. Ayrıca statik kayma mukavemetinin yaklaşık % 50' si civarında bir kritik tekrarlı kayma gerilmesi genliği tanımlanabilmektedir. Bu genliğin aşılması durumunda meydana gelen birim kayma genlikleri ve boşluk suyu basınçları sürekli bir biçimde artmaktadır. Kritik değer altında yapılan deneylerde ise oluşan boşluk suyu basınçları ve birim kayma genlikleri sınırlı kalmaktadır [17].

Ayrıca depremler sırasında oluşan dinamik gerilmeler ve boşluk suyu basınç artışlarının, yumuşak kil ve kum tabakalarında büyük toprak kaymalarına ve şev göçmelerine de yol açtığı gözlenmiştir. Yerel zemin koşulları, deprem sırasında yapılara etkileyen yer ivmesinin genliğini, frekans özelliklerinin ve buna bağlı olarak atalet kuvvetlerini büyük ölçüde etkilemektedir [12].

Depremler sırasında yapısal davranış üzerinde yerel zeminin etkileri;

1. Temel Zemininde Meydana Gelebilecek Olumsuzluklar,
2. Sarsıntı Şiddeti ve Binaya Etkiyecek Kuvvetlerde Meydana Gelen Değişimler olmak üzere ikiye ayrılır.

### 2.5.3.1. Temel Zemininde Meydana Gelebilecek Olumsuzluklar

Temel zemininde meydana gelebilecek olumsuzluklar dört ana başlık altında toplanabilir.

- a. Yüzey Yırtılması
- b. Zemin Sıvılaşması
- c. Yamaç ve Şev Stabilitesinin Bozulması
- d. Bölgesel çökmeler

#### 2.5.3.1.a. Yüzey Yırtılması

Depremlerin çoğu yüzey kırığı oluşturmaz. Küçük depremler, dalma-batma zonlarında derinlerde üretilen depremler ve gömülü faylar üzerinde üretilen depremler için tipik olarak yüzey kırığı söz konusu değildir. Depremlerle ilişkili fay yırtılması binalarda, barajlarda, tünellerde, kanallarda ve yeraltı tesislerinde ciddi hasarlara neden olur. Yüzey kırığına ek olarak, fayın ana izinden uzaklaşan yer yarılmaları olabilir. Bu yer çatlaklarının ana nedeni; tali fayların hareketi, ana fayın izinden dallanan ikincil hareketler veya zeminin yanal veya farklı hareketinin neden olduğu yer yırtılması gibi birçok farklı faktör olabilir. Yapılar yüzey kırığı ile ilgili kayma hareketlerine direnç göstermektedir [7]. 10 Ekim 1980 El Ansam (Cezayir) depremi sırasında oluşan yüzey kırığını Şekil 2.12’ de görülmektedir.



Şekil 2.12. 10 Ekim 1980 El Ansam (Cezayir) depremi sırasında oluşan yüzey kırığı [7].

### 2.5.3.1.b. Zemin Sıvılaşması

Özellikle suya doymun, gevşek kum tabakalarında, deprem etkisiyle meydana gelen sıvılaşma sonucu önemli yapısal hasarlar ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda zemin üzerindeki yapılar zemin içine gömülmekte az ya da çok zemine girmektedir. Zemin sıvılaşması; suya doymun ve uygun dane boyu dağılımına sahip kumlu zeminlerde meydana gelmektedir. Deprem sırasında daneler birbirine yaklaşarak sıkışma eğilimi göstermektedir. Ancak daneler arasında bulunan suyun bölgeyi terk etmesi her zaman mümkün değildir. Böyle durumlarda, hacim azalması boşluk suyu basıncının artmasına neden olmaktadır. Boşluk suyu basıncında meydana gelen bu artış, düşey jeolojik basınca eşit olduğunda daneler tarafından taşınan ve daneden daneye aktarılan efektif gerilmeler sıfırlanmakta, zeminin direncini tamamıyla kaybetmesine, sıvı gibi davranmasına yol açmaktadır. Sıvılaşma durumunda, efektif gerilme sıfırdır ve zemin daneleri birbirleri ile olan temaslarını kaybetmiş bir şekilde su içinde yüzer gibi bir durumdadır. Sıvılaşmanın tipik olarak yüksek yeraltı su seviyeli zeminlerde meydana gelmesi nedeniyle, etkileri genellikle nehirlere, göllere, körfezlere ve okyanuslara komşu düşük kotlu alanlarda gözlenir. Sıvılaşma olayında zemin sıvı hale gelir ve böylece zeminin kayma mukavemeti sıfıra düşer. Kayma mukavemeti kaybolmuş sıvılaşmış zeminin, yapı temellerini desteklemesi söz konusu değildir. Yüzeğe yakın sıvılaşmalarda gömülü tanklarda yüzeğe doğru yükselme ve yapılarda da batma veya devrilme meydana gelebilir. Nigata (Japonya) depreminde oluşan kum kaynaması şekil 2.13' te verilmiştir. Sıvılaşmanın neden olduğu yapısal hasarlar aşağıda anlatılmıştır.



Şekil 2.13. 16 Haziran 1964 Nigata (Japonya) depremi sırasında meydana gelen kum kaynaması [7].

- **Taşıma kapasitesi yenilmeleri**

Taşıma kapasitesi yenilmelerine tipik örnek Şekil 2.14' de görülen Nigata' daki (Japonya) Kawagishi-cho apartmanlarıdır. Bu binalar, 16 Haziran 1964 Nigata depremi sırasında sıvılaşmadan kaynaklanan taşıma kapasitesi yenilmesinden etkilenmiştir.

Şekil 3.4' de 16 Haziran 1964 Nigata depreminde sıvılaşmadan etlenen Kawagishi-cho apartmanlarından birinin tabanı görülmektedir. Binalar aşırı derecede yana yatmalarına rağmen, dikkate değer bir hasar meydana gelmemiştir. Çünkü binalar yenilme esnasında bütünlüklerini korumuştur.

- **Bina Oturması**

Şekil 2.14' de sıvılaşma kökenli oturmanın iki başka örneği görülmektedir. Binalar otururken ve yan yatarken bütünlüklerini korumuşlardır. Gerçekte, içyapısal hasarın olmadığı ve hatta kapı ve pencerelerin hala işlevsel olduğu rapor edilmiştir. Görünüşe göre, zemin yenilmesinin gelişmesi uzun bir zaman almıştır. Bu durum; sıvılaşmanın derinlerde başladığını ve sonra yavaşça zemin yüzeyine doğru ilerlediğini göstermektedir.



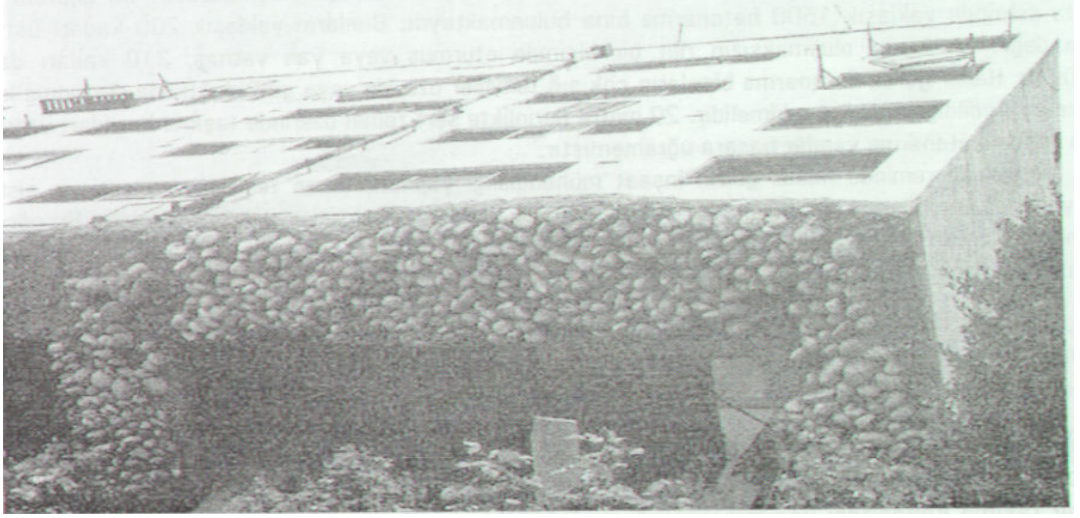
Şekil 2.14. 16 Haziran 1964 Nigata depreminde sıvılaşmadan etkilenen Kawagishi-cho apartmanları [7].

- **Diğer Hasarlar**

Sıvılaşma kökenli oturma ve taşıma gücü yenilmelerine uğrayan yalnızca ağır binalar değildir. Yüzey kaplama malzemelerinde de hasar meydana gelmektedir. Nehir yatakları çoğu zaman gevşek kum çökelleri içerdiğinden, sıvılaşma olayı nehirleri veya diğer su kütlelerini geçen köprülerde sıkça hasara neden olmaktadır. Sıvılaşmanın son bir etkisi de, sıvılaşan zeminden kaynaklanan boşluk suyu basınçlarının sönmülmesi ve zeminin oturması sırasında köprü ayaklarının üzerindeki aşağı çekme yükleridir.

Liman ve rıhtım tesisleri çoğu zaman sıvılaşmaya duyarlı alanlarda bulunur. Bu tesislerin çoğu, deprem kökenli sıvılaşma nedeniyle hasara uğramıştır.

Sıvılaşma, şevlerin yanal hareketine neden olduğu gibi akma kaymaları da oluşturulabilir. Sıvılaşma eğilimli bir zemin kütlesi içinde veya altında meydana gelirse, tek kütle akma kayması olarak adlandırılan bir olay içinde akacak veya yanal olarak desteksiz bir kenara ötelenecektir. Böyle kaymalar, deprem anında gevşek, suya doymun malzemelerde gelişir.



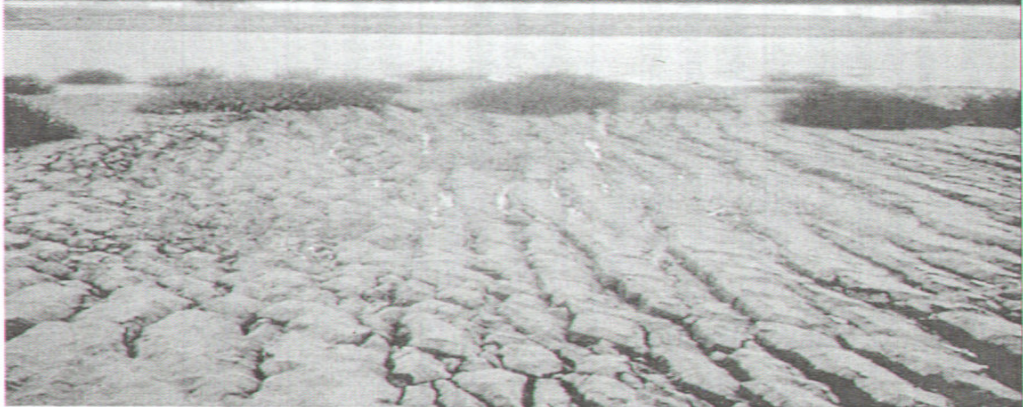
Şekil 2.15. 16 Haziran 1964 Niigata depreminde sıvılaşmadan etkilenen Kawagishi-cho apartmanlarından birinin tabanının görünümü [7].

Şekil 2.16' daki fotoğrafta bakış doğuya doğrudur ve esas akma kayması barajın doğu ucunda yer alır. Şekilde toprak dolgu barajın içinden geçen bir enine kesit ve deprem anında sıvılaşmış varsayılan malzeme zonunun yeri görülmektedir. Barajın memba kısmı sıvılaşır sıvılaşmaz akma kaymasına maruz kalmıştır. Şeklin üst kısmı barajın o kısmını ve akma kaymasının başlangıçta geliştiği varsayılan kayma yüzeyini göstermektedir. Alt kısmında akma kayma sonrasında barajın nihai durumu görülmektedir. Akma kayması, barajın memba topuğunun rezervuar içine yaklaşık 46 m hareket etmesine neden olmuştur.



Şekil 2.16. San Fernando Barajında 1971' de meydana gelen akma kayması [7].

Sıvılaşıma kökenli yanal yayılmanın büyük bir alanda zemin yüzeyinin yanal hareketine neden olması durumundaki etkiyen büyük ölçekli yanal yayılma denir. Böyle yanal yayılmalar, deprem esnasında sıvılaştıran hafif eğimli hatta düz zemin yüzeylerinde sık sık birbirine çok yakın suyuolları oluşturur. Zemin hafif eğimli veya düz olduğundan, statik kaydırıcı kuvvetleri kayma yüzeyi boyunca zemin direncini aşmaz böylece zemin bir akma kaymasına maruz kalmaz. Onun yerine, kaydırıcı kuvvetler, depremin yalnızca şev aşağı yönde net aletsel kuvvetler veren bölümlerinde direnen kuvvetleri aşar.



Şekil 2.17. 17 Ekim 1989 Loma Prieta depreminin neden olduğu yanal yayılma [7].

Şekil 2.17’ de gösterildiği gibi; yer değiştirmeye uğrayan zemin dahili olarak parçalanırken zemin yüzeyinde çatlakların, dikliklerin ve çöküntülerin oluşmasına neden olur.

Sonuç olarak; plastik olmayan ince daneli zeminlerin sıvılaşıma karşı direnci çok düşüktür. Plastisite indisi arttıkça sıvılaşıma direnci artmaktadır. Zeminin içerdiği organik maddelerde sıvılaşıma direncini arttırmaktadır [18] .

### **2.5.3.1.c. Yamaç ve Şev Stabilitesinin Bozulması**

Bilindiği gibi her türden kitle hareketinde (şev ve yamaçların stabilitesine) etkin olan faktörlerden biri de dinamik kuvvetlerdir. Bunların da en güçlüsü deprem dalgalarının etkisidir. Pek çok büyük depremden sonra önemli miktarda kitle hareketi ve bunlardan da pek çoğunda önemli hasarlar meydana gelmiştir. Deprem etkisiyle ortaya çıkan kitle

hareketlerinde kum tabakalarında meydana gelen sıvılaşma olaylarının başrolü oynadığı görülmektedir. Bunun yanında kil tabakaları içindeki ceplerde bulunan kum seviyeleri içindeki yeraltı suyu, deprem etkisiyle dağılmakta ve boşluk suyu basıncında artışlar meydana gelmekte, bu şekilde oluşan kaymaya elverişli zemin üzerinde kitle hareketleri ortaya çıkmaktadır [10].

#### 2.5.3.1.d. Bölgesel Çökme

Yüzey kırığına ek olarak, depremle birlikte gelişen diğer tektonik etkiler yükselme veya bölgesel çökmelerdir. Kıta-kıta çarpışma zonlarında levhaların çarpışması sonucunda yer yüzeyine sıkışma, kıvrımlanma, şekil değiştirme ve yukarı doğru itilme meydana gelebilir. Yükselmenin yanında, depremle birlikte bölgesel çökmede olabilir. Şekil 2.18’ de Türkiye’ de 17 ağustos 1999 İzmir Depremi esnasında bölgesel çökme nedeniyle oluşan su basması görülmekte olup bu olay büyük hasarlara yol açmıştır [7].



Şekil 2.18. 17 Ağustos 1999 İzmit (Türkiye) depremi sırasında bölgesel çökmeden dolayı meydana gelen su basması [7].

#### 2.5.3.2. Sarsıntı Şiddeti ve Binaya Etkiyecek Kuvvetlerde Meydana Gelen Değişimler

Bu gruptaki etkileri de aşağıdaki gibi dört grupta sınıflayabiliriz.

- a. Zemin Özelliklerinin Sarsıntı Şiddetindeki Etkileri.
- b. Arazinin Sismik Şiddetine Zemin Tabakalaşmasının Etkisi.
- c. Sarsıntı Şiddetinin Arazinin Hidrolojik Durumuna Bağlı Olarak Değişmesi.
- d. Arazinin Sismik Şiddetinin Zemin Cinsine Bağlı Olarak Değişmesi.



### **2.5.3.2.a. Zemin Özelliklerinin Sarsıntı Şiddetindeki Etkileri**

Depremlerde, odak ve üst merkeze aynı uzaklıklardaki farklı yerlerde yer ivmelerinin bazen %100' e varan ölçülerde farklılıklar gösterdiği yapılan çalışmalarla anlaşılmaktadır. Bunun zemin koşullarından doğduğu ortaya konulmuştur.

Davranış spektrumları bir taban hareketinin yapılarda meydana getireceği yatay yüklerin hesaplanmasında çok faydalı olmaktadır. Depremde yapıyı etkileyecek maksimum atalet kuvvetleri doğrudan doğruya ivme davranış spektrumu ve yapının hakim periyodundan hesaplanabilmektedir. Böylece herhangi bir yer hareketinin davranış spektrumu, o hareketin mühendislik yapıları üzerinde doğuracağı yatay yüklerin belirlenmesinde en önemli faktörü oluşturmaktadır. Adı geçen ivme davranış spektrumlarının en önemli özelliği ise maksimum ivme ve bunun oluşturduğu hakim periyot değeri olmaktadır.

Farklı iki sahada ölçülen maksimum ivme değeri olan iki yer hareketinin davranış spektrumları birbirinden çok farklı spektral maksimum ivme ve periyot değerleri verebilmekte, dolayısıyla bu kesimler üzerinde yapılmış binalar üzerinde etkili olacak yatay kuvvetler çok farklı olabilmektedir [19]. Bütün bunları etkileyen baş faktör zemin koşullarıdır. Bir deprem sırasında episantrdan yaklaşık aynı uzaklıkta ancak birbirinden farklı özellikteki zeminler üzerindeki kayıt istasyonlarında birbirinden çok farklı davranış spektrumu veren yer hareketleri ölçülebilmektedir. Bu ölçümlere bakılarak katı-sert zemin tabakaları üzerinde yer alan yapılarda en büyük ivme değerinin 5-6 katlı yapılarda oluşacağı, yumuşak-kalın zemin tabakaları üzerinde ise en büyük ivme değerlerinin 20-30 katlı yapılarda oluşacağı sonucuna varabilmektedir. Bunun sonucu olarak aynı bölgede bulunan yapılarda oluşan maksimum ivme ve hasara yol açan atalet kuvvetleri birbirinden çok farklı olabilmektedir. Buradan kaya üzerinde yapılan az katlı yapılarda yüksek hasar, gevşek, yumuşak zemin tabakaları üzerine inşa edilen çok katlı yapılarda yüksek hasar, az katlı yapılarda daha az hasar meydana gelebilmektedir [10].

### **2.5.3.2.b. Arazinin Sismik Şiddetine Zemin Tabakalaşmasının Etkisi**

Deprem dalgaları zemin tabakaları içinden geçerken özelliklerinin değişmesi yanı sıra zemin tabakalarının özelliklerini etkilemekte, bir yumuşama ve mukavemet kaybı oluşmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle bir bölge için deprem tasarım özellikleri

tanımlanırken, en önemli adımlardan biri o bölgedeki zemin tabakalaşması ve bu tabakaları oluşturan zeminlerin tekrarlı gerilmeler altındaki özelliklerinin belirlenmesidir [20].

Bu aşamada yerel zemin tabakalarının özelliklerinin arazi ve laboratuvar deneyleri yardımıyla istenen hassaslıkta bulunabilmektedir. Özellikle düşey ölçüm ağlarında alınmış kayıtlar, zemin tabakalaşmasının ve zemin tabaka özelliklerinin zemin yüzeyinde oluşan deprem hareketinin özelliklerini önemli ölçüde etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Oldukça yakın mesafelerde alınmış çok sayıda deprem kaydı, bir noktadan bir noktaya deprem özelliklerinin, deprem kaynak ve yerel geoteknik özellikler arasındaki karşılıklı etkileşim nedeniyle, önemli mertebelerde farklı olabileceğini göstermiştir [21].

Zemin tabakaları yer yüzeyinin paraleline yakın bir seyir izlediğinde zemin tabakalaşmasının deprem şiddetine etki etmediği gözlenmiştir. Örneğin, 1902 Andican depreminde tabakalı zeminlerin deprem şiddetine etkisi gözlemlenmiştir ve zemin tabakasının kalınlığının artması binalara etkiyen sismik tesiri azaltmadığı görülmüştür. 10 Temmuz 1949 Haiti depreminde kireç taşlarından oluşan ana zeminler üzerinde 2-4 metre olan yumuşak kum ve killi kumlardan oluşan arazilerde depremin şiddeti kalınlığı 10m civarında olan aynı tipteki zemindekine oranla daha fazla olmuştur [22].

Yer yüzeyinde deprem şiddetinin temel zeminlerinin akustik rijitliğine bağlı olarak değiştiğini gösterir. Temel zemininin yoğunluğu azaldıkça sismik titreşim genliği artar. Tabaka kalınlığının sismik dalga uzunluğundan çok küçük olduğu durumlarda tabakanın titreşim genliği akustik rijitliğine bağlı olarak değişir. Tabaka kalınlığı arttıkça rezonans özelliği kendini gösterdiğinden titreşim genliği 3-4 kat artabilir [23].

#### **2.5.3.2.c. Sarsıntı Şiddetinin Arazinin Hidrolojik Durumuna Bağlı Olarak**

##### **Değişmesi**

Depremlerde aynı kökenli killi-kum zeminlerden oluşan arazinin deprem şiddetinin değişmesi yeraltı su seviyesinin derinliğine bağlıdır. 1948 Bezme depreminde bu durum gözlenmiştir. 1948 Aşkabat depreminde, zemin yeraltı suyu seviyesinin yüzeyden 10 metre ve daha aşağıda olmasının deprem şiddetine etkisi olmadığı gözlenmiştir. 1947 ve 1949 Kafkas depremleri, yer altı suyu seviyesi derinliğinin 10-12

metreden aŖađı olması durumunda yeryüzündeki deprem Ŗiddetini etkilemediğini, zemin suyu seviyesi 10 metreden 2 metreye kadar yüksekliğinde deprem Ŗiddetinin arttığı görülmüŖtür [22].

Yeraltı suyu seviyesinin bina temeli tabanından derinliğinin 10 metreden daha aŖađıda olması durumunda, zemin su seviyesi deđiŖkenliđinin zeminin sismikliğine etkisi olmaz. Yeraltı suyu seviyesi 10 metreden yukarıya doğru yükseldikçe arazinin sismikliği artar. Zemin su seviyesi temel tabanı seviyesine kadar yükseldiğinde arazinin sismikliği killi-kum, kumlu-kil, kumlu ve çakıllı zeminlerde daha yüksektir. Aynı zeminlerde zemin suyu seviyesi temel tabanından 4 metre kadar aŖađıda olduğunda sismiklik artmıŖ olur [23].

#### **2.5.3.2.d. Arazinin Sismik Ŗiddetinin Zemin Cinsine Bağlı Olarak DeđiŖmesi**

Depremiň Ŗiddetinin alüvyal killi- kum ve kumlu killerden oluŖan nehir terasında, nispeten yüksek arazilerde sıkı killerden oluŖan zeminlere oranla daha fazla olduğunu gözlemlemiŖlerdir. Aynı zamanda deprem Ŗiddeti akıllı-killi zeminli arazilerde sıkı kireç taŖlarının yeryüzüne çıktığı arazilere oranla daha fazla olmuŖtur. Killi zeminlerde çakıllı zeminlere oranla daha yüksek deprem Ŗiddeti gözlenmiŖtir. 10 Temmuz 1949 Kafkas depreminin killi-kum, kumlu-kil, kil ve kum gibi zeminlerin sismik bakımdan aynı olduğu gözlemlenmiŖtir. Deprem süresince yumuŖak bataklık yatağı zeminlerinden oluŖan arazilerde deprem Ŗiddeti komŖu sıkı kil zeminli arazilere oranla daha yüksek olmuŖtur. Kafkas depremleri süresince yumuŖak neogen zeminlerde ve yamaçlarda yerleŖen alivüyal kumlu-çakıl zeminlerde deprem Ŗiddeti kireç ve kum taŖlarından oluŖan arazilere oranla bir bal, granitten oluŖan arazilere oranla iki bal fazla olmuŖtur.

1902 yılındaki Ŗemahı depreminin mühendislik araŖtırması sonucu ana zeminlerin yer yüzeyine çıktığı bölgelere inŖa edilmiŖ binalarda daha az hasar olduğu görülmüŖtür. Aynı zamanda buradaki kayaçlar üzerine inŖa edilmiŖ binalarda hasar gözükmüŖtür. Sıkı ana zeminler üzerinde inŖa edilmiŖ kalınlığı az olan yumuŖak dolgu zeminlerde deprem hasarı daha az olmuŖtur. Yamaçların eğim acıları artıkça binaların hasar alma olasılığı da artmıŖtır.

1957 Mehiko depremi süresince 1900 lü yıllarda dolgu zemini ile doldurulmuş eski bir göl yatağında yapılmış yüksek binalar daha çok hasar almışlardır.

Sonuç olarak sismik bölgelerde en tehlikeler araziler eski bataklık arazileri ve dolgu zemin olan arazilerdir. Sert kaya zeminlerine sahip araziler yumuşak, düşük dayanıma sahip zeminli arazi içinde ortak titreşime sahip ada fonksiyonu taşır [22].

Tablo 2.1. Farklı zemin cinslerinin yoğunluk, sismik dalga hızı ve sismik rijitlikleri [23].

Zemin Cinsi	Zemin Yoğunluğu $\rho$ , gr/cm <sup>3</sup>	Elastik Dalgaların Hızı $V$ , km/saat		Sismik Rijitlik	
		Boyuna, $V_p$	Enine, $V_s$	Boyuna, $V_p^2 \rho$	Enine, $V_s^2 \rho$
<b>1. KAYAÇLAR</b>					
Derinlerde Yerleşmiş Granit	2.80	5.60	3.20	18.20	9.40
<b>Granit, Bazalt ve diğer kayalar</b>					
a. Aşınmamış doğal nemli	2.50 – 3.80	3.00 – 5.50	2.80	5.00 – 28.60	4.50 – 15.20
b. Aşınmış, çatlaklı, susuz	1.60 – 2.35	1.20 – 3.08	0.50	1.60 – 7.75	3.20 – 1.40
c. Aşınmış, çatlaklı, su geçiren	1.65 – 2.50	2.20 – 3.20	-	2.60 – 8.25	3.30 – 1.50
d. Kireç Taşları	2.35 – 3.00	2.80 – 3.20	1.40 – 1.60	6.00 – 21.00	2.60 – 12.00
e. Dolomit	2.40 – 3.05	4.00 – 8.50	1.80 – 2.00	8.30 – 21.00	4.10 – 12.20
f. Kum Taşları	1.50 – 2.95	2.50 – 3.20	1.40 – 1.80	2.40 – 13.00	1.60 – 6.00
<b>2. YARI KAYAÇ ZEMİNLER</b>					
a. Jips – Doğal nemli	2.10 – 2.40	2.50 – 3.20	1.20 – 1.80	4.30 – 13.00	2.20 – 7.20
b. Marn – Doğal nemli	1.80 – 2.80	2.60 – 3.50	0.50 – 0.60	2.00 – 16.00	0.70 – 9.50
c. Kil Taşları	2.60 – 2.70	2.40 – 4.00	0.70 – 2.00	4.20 – 12.00	1.60 – 7.50
<b>3. KONGLEMERALAR</b>					
a. Yeraltı Su Seviyesi Üstü – Doğal nemli	1.80 – 2.20	-	-	1.40 – 2.20	0.50 – 1.30
b. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.95 – 2.35	-	-	4.30 – 7.80	0.60 – 1.40
<b>Kil karışımı</b>					
a. Yeraltı Su Seviyesi Üstü – Doğal nemli	1.80 – 2.20	-	-	1.40 – 2.00	0.50 – 1.80
b. Kuru	2.00 – 2.35	-	-	4.60 – 8.00	0.60 – 1.90
<b>4. KUMLU, KİLLİ, ÇAKILLAR</b>					
a. Kuru	1.80 – 2.30	-	-	0.23 – 1.70	0.10 – 1.10
b. Yeraltı Su Seviyesi Altı	2.00 – 2.40	-	-	5.40 – 7.90	0.10 – 1.10
<b>5. ÇAKILLAR</b>					
a. Kuru	1.70 – 2.00	-	-	0.85 – 2.20	0.60 – 1.60
b. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.90 – 2.30	-	-	3.80 – 7.60	0.60 – 1.80
<b>6. KUMLAR</b>					
a. Kuru	1.40 – 1.80	0.30 – 0.70	0.20 – 0.50	0.30 – 1.60	0.20 – 1.10
b. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.85 – 2.15	-	-	2.80 – 3.70	0.20 – 1.60
c. Akıcı	1.30 – 1.40	0.10 – 0.30	-	0.06 – 0.90	0.10 – 0.50
d. Max. %8 Kil İçeren Kumlar					
1. Kuru	1.40 – 1.80	-	-	0.40 – 1.30	0.10 – 1.00
2. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.80 – 2.10	-	-	2.70 – 3.70	0.20 – 1.20
<b>8. SİTLER</b>					
a. Kuru	1.18 – 1.75	0.50 – 0.70	0.20 – 0.40	0.50 – 2.50	0.20 – 1.20

Tablo 2.1. Farklı zemin cinslerinin yoğunluk, sismik dalga hızı ve sismik rijitlikleri [23].

Zemin Cinsi	Zemin Yoğunluğu $\rho$ , gr/cm <sup>3</sup>	Elastik Dalgaların Hızı $V$ , km/saat		Sismik Rijitlik	
		Boyuna, $V_p$	Enine, $V_s$	Boyuna, $V_p^* \rho$	Enine, $V_s$ $\rho$
b. Su aldığı anda hemen doygunlaşan	1.80 – 2.80	-	-	0.20 – 1.30	0.03 – 0.20
c. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.80 – 2.80	1.60 – 1.70	-	2.40 – 4.70	0.20 – 1.80
<b>9. KİLLİ ZEMİNLER</b>					
a. Kuru	1.45 – 1.80	0.40 – 0.80	-	0.44 – 1.30	0.10 – 0.70
b. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.80 – 2.00	1.8	-	2.80 – 3.80	0.20 – 0.70
<b>c. Kumlu Killer</b>					
1. Kuru	1.65 – 2.05	0.50 – 0.80	-	0.50 – 1.80	0.10 – 0.90
2. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.70 – 2.10	-	-	2.80 – 4.00	0.10 – 0.90
<b>d. Killer</b>					
1. Yeraltı Su Seviyesi Üstü	1.30 – 2.00	1.10 – 1.30	0.30 – 0.50	1.40 – 2.80	0.30 – 1.40
2. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.80 – 3.25	-	-	3.10 – 7.10	0.40 – 2.80
<b>10. DOLGU ZEMİNLER</b>					
a. Yeraltı Su Seviyesi Üstü	1.30 – 1.80	0.20 – 0.30	0.10 – 0.20	0.04 – 0.50	0.01 – 0.50
b. Yeraltı Su Seviyesi Altı	1.50 – 1.80	-	-	2.20 – 3.00	0.01 – 0.50
<b>11. BİTKİSEL TOPRAK</b>	1.40 – 1.85	0.08 – 0.30	-	0.06 – 0.90	0.01 – 0.40

## 2.6. Sonuçlar

Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışıklı olarak oluştuğu ve sonucundan da milyonlarca insanın ve binaların yok olduğu bilinmektedir.

Yerküre üzerinde oluşan depremlerin büyüklüğü ve neden oldukları zararlar göz önüne alındığında iki ana deprem kuşağı en çok ilgi çeken bölgelerdir. Bunlardan biri Büyük Okyanusu çevreleyen ve özellikle Japonya üzerinde etkili olan Pasifik Deprem Kuşağı, diğeri ise Cebelitarık' tan Endonezya adalarına uzanan ve Türkiye' nin de içinde bulunduğu Akdeniz-Himalaya deprem kuşağıdır. Geçmişte yurdumuzda birçok yıkıcı depremler olduğu gibi, gelecekte de sık sık oluşacak depremlerle büyük can ve mal kaybına uğrayacağımız bir gerçektir. Deprem Bölgeleri Haritası' na göre, yurdumuzun %92' sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95' inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98' i ve barajlarımızın %93' ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir. Son 58 yıl içerisinde depremlerden, 58.202 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür.

Deprem dalgaları, zemin tabakaları içinden geçerken depremin özelliklerini de

etkilemekte, bir yumuşama ve dayanım (mukavemet) yitimine neden olmaktadır. Bu nedenle bir bölge için deprem tasarım özellikleri tanımlanırken en önemli adımlardan biri o bölgedeki zemini oluşturan tabakaların tekrarlı gerilmeler altındaki davranışlarının belirlenmesidir. Yerel zemin tabakalarının özellikleri, arazi ve laboratuvar deneylerine dayanan geniş kapsamlı bir inceleme yardımıyla istenilen hassaslıkta saptanabilmektedir. Aynı biçimde, bölgede oluşabilecek bir depremin kaynak özelliklerini önceden tahmin edebilmek için, kapsamlı bir çalışma gerekmektedir.

Depremlerde yapısal hasara etki eden etmenler üç grup altında; yerel zemin, deprem ve yapı özellikleri olarak toplanabilirler. Zemin tabakalarının tür, kalınlık, yer altı suyu seviyesi gibi özelliklerinin kısa mesafeler içinde çok değişebilmesi, farklı bölgelerde yapılmış aynı tip yapılarda farklı derecelerde hasar oluşmasına neden olur. Dolayısıyla yapısal hasarın azaltılması için deprem sırasında farklı davranış gösterecek bölgelerin belirlenmesi gerekir. Zemin, içinden geçen deprem dalgalarının özelliklerini etkilediği kadar, deprem dalgaları da, örneğin sıvılaşma ve şev kaymalarında gözleendiği gibi, zemin tabakalarının dayanım ve şekil değiştirme özelliklerini de etkiler.

Yerel zemin koşullarının yapılarda hasar oluşturacak etkilerin, zemin koşullarının deprem özelliklerini büyütmesi, zemin tabakalarında göçmeler ve oturmalar, zemin tabakalarının sıvılaşması, yamaçlarda stabilitenin bozulması olarak sınıflandırılabilir.

Depremler sırasında oluşan yapısal hasarlarda ve hasar dağılımlarında, yapısal özelliklerin yanı sıra deprem kaynak özelliklerinin ve yerel geoteknik koşulların önemli derecede etkili olduğu görülmektedir. Yalnızca deprem özelliklerinin incelenmesi yapısal hasarda gözlenen kalınlıkları ve zemin tabakalarının dinamik özelliklerine bağlı olarak farklılık gösteren yerel zemin özellikleri hasar dağılımında gözlenen farklılıkların nedenlerinden biri olarak ortaya çıkıyor. Bütün bu konuların ayrı ayrı incelenmesi ve elde edilen bulgulara dayanarak yapılaşmanın yönlendirilmesi, olabilecek yapısal hasarın azaltılması açısından gereklidir.

Sonuç olarak; deprem zararlarının azaltılması için inşaat alanlarının yer seçimi ve planlanmasında yer bilimlerinden yararlanılmalıdır. Projelendirmede Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik Hükümleri dikkate alınmalı, uygulama proje esaslarına göre yapılmalı ve tüm disiplinler uyum içerisinde çalışmalıdır.

### 3. BÖLÜM

#### DEPREMSELLİK, SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

##### VE MİKROBÖLGELENDİRME

Deprem hareketi, yeryüzü kabuğundaki fay adı verilen büyük ölçekli süreksizliklerden kurtulan enerjinin gerilim dalgaları halinde yayılmasıdır. Işık ve ses dalgalarının yayılmasındaki gibi kaya ve gevşek zemini meydana getiren maddesel noktaların birbirini harekete geçirmesine deprem adı verilir [24].

Doğa olayları içinde deprem, zaman, yer ve büyüklük bakımından rassallık gösteren bir olaydır. Fakat verilen bir yerde ve zaman aralığı içinde deprem oluşumlarının analizi sonunda depremlerin bazı durumlarda tektonik ortam açısından rasgele olaylar olmadıkları ve belirli yerlerde kümelenedikleri görülmüştür. Bu nedenle depremlerin episantrları aktif tektonik birimlerin üzerinde ya da çok yakınında yer almaktadır. Bir bölgede deprem etkinlerinin incelenmesi olası depremler hakkında fikir verebilir. Bu nedenle depremlere ilişkin beklenen magnitüd, yer ivmesi, hız, yer değiştirme gibi büyüklüklerin önceden tahmini, sismolojistlerin istatistiksel çalışmalar yapmasına yol açmıştır [25].

Tarihi deprem verilerinin analizi ile bölgede ileride beklenebilecek sismik etkinlik için belirli bir zemin parametresinin veya deprem şiddetinin bir yıldaki aşılma olasılığı belirlenip, deprem tehlikesi niceliksel olarak değerlendirilip mühendislik yapıların tasarımlarına yansıtılabilir [26].

Bu şekilde; çağdaş planlama, kentleşmenin çağdaş unsurları (güvenlik, barınma, yiyecek sağlanması, toplumsallaşma, çevre duyarlılığı) oluşturmak üzere ‘ bölgeleme’ ya da ‘ mikrobölgeleme’ kavramıyla, bu işlevleri sağlıklı ve güvenli biçimde sağlama yoluna gidilmektedir. Depremler sonucu oluşan yer hareketlerinin etkilerinin en aza

indirilmesine yönelik mikrobölgeleme çalışmaları; deprem tehlikelerinin/zararlarının azaltılması ile ilişkili en önemli çalışmalardan biridir [27]. Arazinin bir plan çerçevesinde düzenli olarak kullanılabilmesi için mikrobölgeleme, jeolojik, sismolojik ve geoteknik etkenleri göz önüne alarak, uygun yerleşim alanlarının oluşturulması ile ilgilenir. Böylelikle mühendisler deprem sırasında hasarın en az olabileceği bölgelere tasarım yapabileceklerdir. Mikrobölgeleme de amaç sadece yeni yerleşim bölgelerinin planlanması değildir, mevcut yapılarda da oluşabilecek hasara karşı gerekli tedbirlerin alınması amaçlanır [12].

### **3.1. Depremsellik**

Deprem sırasında barajlar, köprüler, yüksek binalar ve güç santralleri gibi mühendislik yapıları, zemin yapıları ve doğal zemin tabakaları hasar görmekte, maddi manevi kayıplar ve felaketler meydana gelmektedir. Bazı bölgeler; buldukları bölge, bölgenin sismolojik geçmişi ve sismotektonik yapısı nedeniyle sık sık depreme maruz kalırlar. Depremlerin zamanı, yeri, büyüklüğü gibi özellikleri önceden bilinmemekle birlikte, bölgenin sismik potansiyelleri (faylanma mekanizmaları), zemin koşulları ve olası deprem parametreleri belirlenebilmektedir [28].

Bu nedenle; mühendislik yapılarının tasarlanmasında en önemli aşamalardan biri bölgenin sismik tehlikesinin (depremselliğin) belirlenmesidir. Sismik tehlike (depremsellik) zemin hareketi veya deprem büyüklüğüne ilişkin bir parametrenin bir bölgede diğerinin öngörülen süre içinde belirli bir düzeyi aşma olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Depremsellik veya Türk diline girdiği haliyle “sismisite” kelimesi literatürde geniş ölçüde dile getirilmekle birlikte, genel olarak depremlerin zaman ve uzaydaki dağılımları için kullanılmaktadır [29].

İlk depremsellik çalışmalarının Olham ve Montessus de Ballore tarafından 1911 yıllarında başladığı düşünülmektedir. Bu araştırmacılar yalnızca depremlerin zaman ve uzay içerisindeki büyüklüklerini tanımlayacak episantr haritaları oluşturmuşlardır. Bu çalışmalardan sonra depremsellik üzerine hızla araştırmalar ilerlemiş ve depremler hakkında bilgilerimizde artış olmuştur. Özellikle Richter Magnitüd (Richter, 1958) ölçeğinin bulunmasıyla birlikte depremsellik çalışmalarında büyük bir sıçrama sağlanmıştır [25].



Bir bölgede deprensellik incelenirken iki faktör incelenir. Birincisi, sismolojik geçmiş ( bölgeyi geçmişte etkilemiş depremler), ikincisi, bölgede deprem üretebilecek tektonik yapılarıdır. Bir bölgedeki sismik tehlikenin değerlendirilmesi için, birinci seçenek tanımlanan bir yapı ömrü içinde o bölgede deprem manyitüdüne göre aşılma olasılıklarının bulunmasıdır. Diğer bir seçenek deprem manyitüdüne göre dönüşüm periyotlarının hesaplanmasıdır. Gerçekçi ve güvenilir bir sismik tehlike hesabı için her iki yöntemde irdelenmesi gerekmektedir [28].

Depremlerin önceden tahmin edilebilmesi için, olası depremleri oluşturacak sismik aktivitenin yoğun olduğu bölgelerin ve deprem şiddetleri ve dönüş periyotlarının olduğu bölgelerin tespit edilmesi, odak derinliklerinin ve sismotektonik bölge yakınındaki şiddet dağılımının sınırlanması gerekmektedir [30].

### **3.2. Sismik Tehlike Analizleri**

Hasara neden olan deprem parametrelerinin bilinmesiyle deprem etkilerini azaltmak ve önlemek mümkün olabilmektedir. Deprem sırasında meydana gelen hasarı belirleyen faktörler, deprem özellikleri, yerel zemin özellikleri ve yapı özellikleridir [31]. Depremin büyüklüğü, süresi ve bölgenin dış merkeze olan uzaklığı gibi parametreler meydana gelen hasar arasında artan bir ilişki olduğu kabul edilebilir [32]. Bu şekilde depremler sonucu ortaya çıkan hasarlar ile deprem parametreleri arasında bağıntılar ortaya çıkarılmıştır. Bölgenin topografik, jeolojik yapısı ve zemin koşulları da depremde hasara neden olan ikincil nedenlerdir. Bunların değişmesi hasar dağılımlarını etkilemektedir [12].

Hasarı etkileyen bir faktörde yapısal özelliklerdir. Son depremlerde yapılan incelemeler sonucunda tasarım ve inşaat hataları öne çıkmaktadır [33-34]. Oysa bu bölgelerde yapılan yapılar bölgenin deprenselliğine ve yerel zemin koşulları göz önüne alınarak yapılsa depremlerden daha az etkilenecekleri kuşkusuzdur. Bu nedenle mühendislik tasarımında bu etkileri göz önünde bulundurulması için sayısal verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayısal verilerde deprenselliğin değerlendirilmesi sonucu bulunan deprem özellikleri aşılma olasılıkları ve hasar görülebilirliğin tahmini olmalıdır.

Olası deprem parametrelerini değiştirmek mümkün olmadığından yapısal özellikleri ve zemin koşullarında gerekli önlemler alınmalıdır.

Bir bölgedeki sismik risk;

Sismik risk= sismik tehlike x hasar görebilirlik şeklinde tanımlanabilir [35].

Sismik tehlikenin değişmeyeceği düşünüldüğünde sismik riskin düşük olabilmesi için hasar görebilirliğinin minimize edilmesi gerekir. Sismik tehlikenin aynı olduğu bölgeler yapının ve yerel zemin koşullarına göre farklı sismik risk derecelerine göre sahip olabilmektedir. Başka bir deyişle sismik tehlike; bir bölgede, hasar ve can kaybına neden olacak bir depremin, belli bir yerde ve belli bir zaman periyodu içinde meydana gelme olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Depreme karşı yalnızca yapıların sismik riskleri değil aynı zamanda bölgelerinde sismik risk analizlerinin yapılması, tasarımda ve yerleşim bölgelerinin planlanmasında gereklidir.

Depreme dayanıklı yapıların tasarlanmasında ve bölgelerin planlanmasında kullanılacak parametrelerin saptanmasında deterministik ve olasılıksal yöntemlere dayanan yaklaşımlar kullanılmaktadır. Genelde olasılıksal yöntemler tercih edilmelidir. Nedeni ise deprem oluşumlarındaki belirsizliklerdir. Olasılıksal analiz yöntemleri deterministik analiz yöntemlerine göre jeolojik, sismolojik ve tarihsel verilerin daha gerçekçi göz önüne alınmasını sağlar. Deprem değişkenlerinin çokluğu ve karmaşıklığı nedeniyle ancak olasılıksal yaklaşımlarla yorumlanmalı yani sonuçlar belli bir olasılıkla verilmelidir.

Olası depremlerin bir bölgede yaratabileceği etkilerin, özellikle zemin hareketi ile ilgili parametrelerin beklenen en büyük değerlerin saptanması deprem mühendisliğinde önemlidir. Yeni bir karar verme mekanizması olarak sismik risk analizi (SRA) geleneksel deterministik yöntemlere göre olasılıksal bir yaklaşım olarak geliştirilmiştir

Kısaca sismik analizinin amacı geçmişte meydana gelen depremlerle ilgili verileri göz önüne alarak olası sismik aktivite için çeşitli olasılık yöntemlerini kullanarak bir risk değeri saptayabilmektedir [28].

### **3.2.1. Deprem Büyüklükleri Frekans Analizi**

Deprem frekans analizinin, zaman boyunca meydana gelmiş irili ufaklı bütün olayların boyutlarına uygulanması doğru bir yaklaşım değildir. Kullanılan binaların ekonomik

ömürleri yıl biriminde zaman cinsinden belirlendiğinden ve yanı sıra, dünyamız güneşin etrafındaki turunu bir yıllık süreçte tamamlayarak, her yıl içinde tabiat hadiseleri için yeniden bir tekrarlanma döngüsü söz konusu olduğundan, bu ekstrem tabiat olaylarının frekans analizinde “bir yıl”, olayın tekrar edilme şansının olduğu birim süreç olarak kabul edilmektedir. Temel amaç, binayı yıkabilecek şiddetteki olayların ihtimalinin belirlenmesi olduğundan, daima ekstrem değerler hesaba katılmaktadır. Böylece, bir yıl içinde meydana gelmiş depremlerden en büyük olanı alınmakta, diğerleri analiz dışı bırakılmaktadır. Böylece, yıl cinsinden kayıt süresi kadar eleman adedi olan bir örnek seri elde edilmekte, bu, “yıllık ekstrem deprem büyüklükleri örnek serisi” olarak tanımlanmaktadır. Bu örnek serinin frekans analizi, sonuçta, ekstrem değerlerin olasılık-boyut ilişkisini, nümerik tablo veya ölçekli frekans eğrileri diyagramı olarak sunmaktadır [36].

Depremselliğinin istatistiksel olarak incelenmesi ile ilgi hazırlanmış FFA adlı bilgisayar paket programı kullanılmıştır [37]. Bu program kullanılarak farklı illerde depremsellik çalışmaları yapılmıştır [36-38-39-40].

İlgilenilen coğrafik alan içinde bazı yıllarda hissedilemeyecek kadar küçük boyutta depremler meydana gelebilir. Diğer bir deyişle, bazı yıllar depremsiz geçmiş olabilir. Böyle bir yıl sıfır depremlerli yıl olarak değerlendirilir. Buna karşın, sismik aktivitesi fazla bir coğrafik alan içinde kayıt süresi boyunca hiç sıfır depremlerli yılın bulunmadığı durum da söz konusudur.

### **3.2.2. Deprem Büyüklükleri Frekans Analizinde Kullanılan İhtimal Dağılımları**

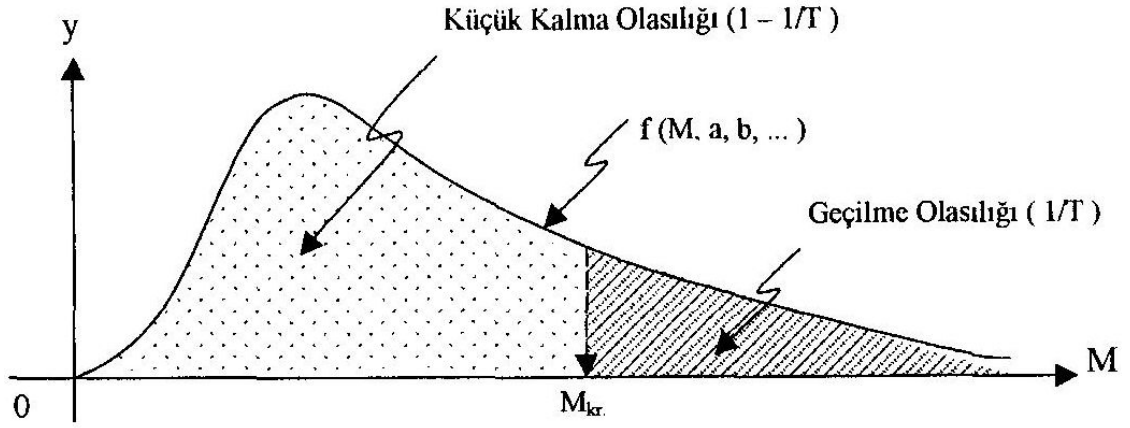
Bu çalışmada ele alınan log-normal-3 (LN3), Log-Person,-3(LP3), genel ekstrem değerler (GED) ihtimal dağılımları detaylı olarak izah edilecektir.

#### **3.2.2.1. Tekerrür Periyodu Tanımı**

Bağımsız bir x değişkeni ile vuku bulma olasılığı arasındaki bağıntıyı gösteren eğriye ihtimal dağılım fonksiyonu veya olasılık yoğunluk fonksiyonu denir [41].

$F(x) = f(x, a, b, c, \dots)$  şeklinde ifade edilen bir fonksiyondur. X bağımsız değişken, a, b, c, ... Şekil, skala, pozisyon vs parametreleridir. Şekil 3.1’ de Olasılık yoğunluk

fonksiyonu üzerinde manyitüd – olasılık ilişkisi verilmiştir.



Şekil 3.1 Olasılık yoğunluk fonksiyonu üzerinde manyitüd – olasılık ilişkisi [30].

Bu parametrelerin tahmini çeşitli metotlarla bulunur. Şekil 1’ de taralı olarak gösterilen  $P_{nex}$  alanı,  $X_i$  değişkeninin bir yıl içinde küçük kalma ihtimalini,  $P_{ex}$  alanı ise aşılma ihtimalini ifade eder.  $P_{nex}=F(x)$  olarak da gösterilir.  $F(x)$  e kümülatif ihtimal fonksiyonu da denir.

$P_{nex}$ , ( eğri altında kalan taralı alan)  $f(x)$  fonksiyonun integrali alınarak bulunur.

$$F(x_i) = P_{nex_i} = \int_{\text{alt limit}}^{x_i} f(x) dx \quad (1)$$

$f(x)$  eğrisini altında kalan toplam alan 1 dir ve,

$$P_{nex_i} + P_{ex_i} = 1 \quad (2)$$

ilişkisi mevcuttur. Veya

$$F(x) = \int_{\text{alt limit}}^{\text{üst limit}} f(x) dx = 1 \text{ dir.} \quad (3)$$

çünkü bir olayın vuku bulması ile bulmaması ihtimali 1 dir.

Bir rasgele  $x$  değişkenine ait bir olayın 2 defa meydana gelmesi arasında geçen ortalama zaman süresinde  $T$  tekerrür periyodu denir. Tekerrür periyodu  $T$  yıl olan taşkın debisine de  $T$  yıllık taşkın debisi denir. Tekerrür periyodu ile  $P_{ex}$  aşılma ihtimali arasında;

$$P_{ex} = 1/T \quad (4)$$

Bağıntısı vardır. Örneğin, tekerrür periyodu  $T= 100$  yıl olan bir debinin bir yılda aşılma ihtimali  $P_{ex} = 1/ 100 = 0,01$  dir. Aşılmama ihtimali ise  $F(x) = P_{nex} = 1-1/100 = 0,99$  dur

### 3.2.2.2. Normal Dağılım

Bu dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu çan eğrisi şeklinde olup, çarpıklık katsayısı sıfırdır [42].

$$f(x) = 1/ \sigma \sqrt{2\pi} \exp [ -(x-\mu)^2 / 2 \sigma^2 ] \quad (5)$$

$$F(x=X) = 1/ \sigma \sqrt{2\pi} \int_{\text{alt limit}}^{\text{üst limit}} \exp [ -(x-\mu)^2 / 2 \sigma^2 ] dx \quad (6)$$

Bu dağılımın iki parametresi vardır.

$\mu$ = rasgele değişken  $x$  in ortalaması

$\sigma$ = rasgele değişken  $x$  in standart sapması

### 3.2.2.3. Log- Normal- 2 Dağılımı

Normal dağılımda  $y= \ln x$  olarak alınırsa log-normal-2 dağılımı elde edilir. Olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x)= 1/\sigma \sqrt{2 \pi} \exp [ -( \ln x - \mu_y )^2 / 2 \sigma_y^2 ] \quad (7)$$

$$F(x=X) = 1/ \sigma_y \sqrt{2 \pi} \int_{\text{alt limit}}^{\text{üst limit}} \exp [ -( \ln x - \mu_y )^2 / 2 \sigma_y^2 ] dx \quad (8)$$

$\mu_y$ , örnek serinin her bir elemanının logaritmalarının ortalaması yani ortalama  $y$  değeridir.  $\sigma_y$  ise  $y$  değerlerini standart sapmasıdır.

### 3.2.2.4. Gumbel Dağılımı

Bu dağılıma Fisher- tippet I dağılımı da denir [42].

Olasılık yoğunluk ve kümülatif ihtimal fonksiyonları;

$$f(x) = \alpha \exp \{ -\exp [-\alpha(x-\beta)] - \alpha(x-\beta) \} \quad (9)$$

$$F(x) = \exp \{ -\exp [-\alpha(x-\beta)] \} \quad (10)$$

ters fonksiyonu;

$$X = \beta + [ \text{Ln} \{ -\text{Ln} [F(x=X)] \} ] / \alpha \quad (11)$$

Momentler metodunda parametreler arasındaki bağıntılar;

$$\alpha = 1,28255/\sigma_x, \quad \beta = \mu_x - 0,5772157/\alpha \quad \text{ve bu dağılımın çarpıklık katsayısı CS} = 1,14 \text{ d\u00fcr.}$$

İAM metodundaki bağıntılar ise [43].

$$\alpha = \text{Ln}(2) / |\mu - 2M_1|, \quad \beta = \mu - 0,5772157 / \alpha \text{ dir.}$$

### 3.3. Olasılık Dağılımlarının Parametre Tahmin Yöntemleri

Olasılık dağılımlarının parametrelerini hesaplamak için, bu bölümde başlıca iki adet parametre tahmin yöntemi anlatılmıştır.

- Maksimum olabilirlik yöntemi (Maximum Likelihood Method, ML )
- Olasılık ağırlıklı momentler yöntemi (Probability Weighted Moments Method, PWM)

#### 3.3.1. Maksimum Olabilirlik Yöntemi (Maximum Likelihood Method, ML )

Sınırlı uzunluktaki örnek olayın olasılığı olabilirlik fonksiyonu (Likelihood function, LF) ile belirlenir. Örnek olay; n yıl önce, ölçü aygıtlarının kurulması ile kaydedilmiş olan ve n elemandan oluşan örnek seriyi gösterir. Her bir elemanın olasılıklarının çarpımları örnek olasılık ile doğrudan orantılı olduğundan olaylar birbirinden bağımsız kabul edilir. Bu nedenle, üç parametrelili dağılımlar için, dağılım parametrelerinin sayısal değerleri LF büyüklüğünün en yüksek değeri alınarak aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$LF = \prod_{i=1}^n f(x_i, a, b, c) \quad (12)$$

LF ile LF' nin logaritması ( LLF ) aynı a,b,c değerlerinde maksimum olmaktadır. Bundan dolayı LF' nin en büyük değerini almak: yerine, toplam fonksiyonun türevini almanın analitik uygunluğundan dolayı LLF' nin en yüksek değeri alınarak aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$LLF = \sum_{i=1}^n \ln [f(x_i, a, b, c)] \quad (13)$$

LLF' nin kısmi türevi parametrelere göre alınarak, türev ifadeleri sıfıra eşitlenir ( 14 ) ve oluşan nonlinear denklem sistemleri çözülür.

$$\frac{\partial LLF}{\partial a} = 0 \quad \frac{\partial LLF}{\partial b} = 0 \quad \frac{\partial LLF}{\partial c} = 0 \quad (14)$$

Bu sistemin çözümü, genellikle karışık iteratif nümerik algoritmaları zorunlu kılar.. Hatta bazen bir noktada birleşen çözümler üretilmeyebilir

Maksimum olabilirlik yöntemi, özellikle  $n \geq 50$  uzun örnek seriler için diğer parametre tahmin yöntemlerinden daha iyi sonuçlar verir.

### 3.3.2. Olasılık Ağırlıklı Momentler Yöntemi (Probability Weighted Moments Method, PWM)

Bir dağılımın parametrelerini tahmin etmek için PWM ' nin kullanımı, ilk kez Greenwood ( 1979) tarafından önerildi[43]. Bu yöntemde kısaca,

$$\begin{aligned} j \text{ inci PWM} = PWM_j &= [ x \cdot F(x)^j ] \text{ ' nin beklenen değeri} \\ &= [ x \cdot (1 - F(x))^j ] \text{ ' nin beklenen değeri} \end{aligned} \quad (15)$$

(15) formülündeki tanımların ikisinden biri uygulanır. İlk tanıma göre,

$$PWM_j = \int_0^1 x \cdot F(x)^j \cdot dF = \int_{x' \text{ in alt sınırı}}^{x' \text{ in üst sınırı}} x \cdot [f(x)]^j \cdot f(x) \cdot dx \quad (16)$$

olup burada  $x(F)$ ,  $F(x)$  ' in tersidir. Dolayısıyla F de sıradan bağımsız değişkendir. Mevcut olan  $F(x)$  ' in tersi dağılımda analitik kolaylık sağlamak için alınır. PWM j

olasılık ağırlıklı momentin büyüklüğü iken, pwm j mevcut sınırlı uzunluktaki örnek seri dışındaki PWM /nin tahminini gösterir ve aşağıdaki gibi belirlenir.

$$pwm_j = \left[ \sum_{i=1}^n x_i \cdot \{(1-1/T)_i\}^j \right] / n$$

Aşağıdaki formüllerden herhangi biri ile küçük kalma olasılığı  $(1-1/T) = P_{nex}$  hesaplanabilir [44].

### 3.4. Mikrobölgeleme

Mikrobölgeleme sismik tehlikenin yüksek olduğu bölgelerde; yerel zeminlerin sismik parametrelerinin bölgedeki değişiminin incelenmesi, deprem kuvveti altında yapı davranışının daha doğru tahmin edilebilmesi ve bir depremde oluşabilecek hasarın en aza indirgenmesi için yapılan bir çalışmadır [9]. Mikrobölgeleme ile ilgili kaynaklarda değişik araştırmacılar tarafından verilmiş çok sayıda tanım bulunmaktadır.

Ansal vd. tarafından mikrobölgeleme, bir bölgede olabilecek deprem özellikleri göz önüne alınarak zemin tabakalarının nasıl bir davranış göstereceklerinin ve yapıları etkileyecek deprem kuvvetlerinin inceleme bölgesi içinde nasıl bir değişim göstereceğinin belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır [45].

Hays (1980) mikrobölgelemeyi, dinamik yükler altında zeminin gösterdiği davranışa veya oluşan göçmelere göre bir coğrafi bölgenin daha küçük bölgelere ayrılması olarak tanımlanmıştır [46].

Sharma ve Kavas (1980) ise benzer bir yaklaşımla, sismik etkiye maruz kalan bölgelerdeki zemin davranışındaki değişimin gösterilmesi olarak ifade etmişlerdir [47].

Nigg (1982) mikrobölgelemeyi, depremden sonra oluşabilecek hasarın en aza indirgenebilmesi için riski yüksek olan bölgenin daha küçük bölgelere bölünmesi olarak tanımlanmıştır [48].

Mikrobölgeleme ile ilgili en geniş tanımlardan biri Sherif (1982) tarafından yapılmıştır. Sherif'e göre mikrobölgelemenin amacı, deprem hasarlarını en aza indirmek için doğru arazi kullanımını sağlamaktır [49].



Finn vd.' nin (1995) tanımlaması ile mikrobölgeleme, yerel zemin şartlarının etkisini göz önüne alarak tasarım için sismik tehlike tahminlerinin geliştirilmesi prosedürüdür [50].

Olshansky ve diğ. (1991) mikrobölgeleme için sismik tehlikeyi gösterecek şekilde bir tanımlama yapmışlardır [51].

1994 yılında Klohn – Crippen Consultants Ltd. Şti. Tarafından British Columbia için hazırlanan bir raporda mikrobölgeleme, tarihi ve tahmini deprem şiddetine göre bir bölgenin alt bölgelere ayrılması olarak tanımlanmıştır [12].

#### **3.4.1. Daha Önce Yapılmış Mikrobölgeleme Çalışmaları**

Mikrobölgeleme özellikle 1985 Mexica ve 1989 Loma Prieta depremlerinden sonra yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [12]. Mikrobölgeleme çalışmalarında teoride ve uygulamada geline en son durum, "Deprem Risklerini Azaltmak için Mikrobölgeleme (MERM)" adı verilen çalışma ile "Belediyeler için Sismik Mikrobölgeleme" genel başlıklı projede derlenmiştir. DRM (World Institute for Disaster Risk Management) tarafından Marmara Bölgesi için organize edilen projede, 1999 Kocaeli depreminden ciddi oranda etkilenen, Kocaeli ve Sakarya illeri bu detaylı bilimsel çalışma için seçilen pilot illerdir. 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin ardından, etkilenen bölgedeki bina standartlarının ve arazi kullanımının düzenlenmesine ait yaklaşımların yetersizliği konusunda genel bir görüş birliği sağlanmıştır. Bu projenin, mikrobölgeleme ile ilgili, sismolojik, geoteknik ve yapısal faktörlerin bilimsel değerlendirmesinde teknik bir destek sağlaması planlanmıştır. Bu iki pilot çalışmadan çıkarılan sonuçlara da dayalı olarak, Türkiye' de arazi kullanımının düzenlenmesi ve sismik mikrobölgeleme için bir el kitabı hazırlanmıştır [52].

#### **3.4.2. Mikrobölgelemenin Uygulama Alanları Ve İzlenilen Yöntemler**

1993 yılında, Uluslararası Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Birliği (ISSMFE)' nin Deprem Geoteknik Mühendisliği Komitesi üyeleri tarafından üç temel olay olan “zemin büyütmesi”, “yamaç duraylılığı” ve “sıvılaşma” için mikrobölgeleme ilkelerinin anlatıldığı bir rehber çalışma yapılmıştır [53].

Deprem tehlikelerine karşı güvenlik kavramı iki yönlü bir yapıya sahiptir. Birincisi potansiyel yıkıcı kuvvetlere karşı güvenlik, ikincisi ise zemin büyütmesi, heyelan ve sıvılaşma gibi olaylara ilişkili olarak yapı yerinin güvenliğidir [54]. Deprem nedeniyle oluşan riski azaltmak ve deprem yükleri altındaki yapıların güvenliğini sağlamak için, dinamik etkiler dünyanın birçok ülkesinde depreme dayanıklı yapı tasarımı yönetmeliklerinde hesaba katılmaktadır. Mikrobölgeleme amaçlı değerlendirmeler, ada veya parsel bazında ve en az 30 m derinliğe kadar;

- Yamaç (şev) duraylılığı
- Zemin sıvılaşması
- Yer tepkisi (zemin büyütmesi) için yapılmaktadır.

Mikrobölgeleme; genelden detaya ve zemin davranışından modellemeye üç aşamalı bir yaklaşımla yürütülür. İlk önce genel olarak bölgenin jeolojik, jeofizik, tektonik, sismolojik ve geoteknik incelemeler ve mikrotömör ölçümler yapılarak yerel zemin koşulları hakkında detaylı bilgiler elde edilir. Son aşamada ise mühendislik özellikleri belirlenen zemin tabakalarının 1, 2 ve 3 boyutlu analizleri ile deprem etkisi altındaki davranışı modellenir. Mikrobölgeleme sonucunda elde edilen veriler analiz edildikten sonra modellenmesi ve modelin görsel olarak sunumu, klasik haritalama teknikleri kullanılarak yapılabileceği gibi son yıllarda geniş uygulama alanı bulunan GİS (coğrafi bilgi sistemleri) yardımıyla yapılabilir [9].

Daha ayrıntılı anlatılacak olursa; deprem, kaynak ve yol özellikleri bir deprem esnasında yer hareketinin yapı davranışı üzerindeki etkisini kontrol eden 1. grup faktörlerdir. Bu yüzden mikrobölgeleme bölgenin sismolojik özelliklerinin belirlenmesi, deprem kaynak özelliklerinin tanımlanması, fay hatlarının yerlerinin tespit edilmesi, tektonik ve jeolojik yapının araştırılması ile başlar [55].

Mikrobölgeleme bölgenin sismolojik özelliklerinin tanımlanması, fay hatlarının yerlerinin tespit edilmesi, tektonik ve jeolojik yapının araştırılması ile başlar. Yerel zemin koşulları ve özellikle zeminlerin geoteknik özellikleri ise yer hareketinin yapı davranışı üzerindeki etkisini kontrol eden 2. grup faktörlerdir. Yer hareketi, deprem kaynak ve izlenen yol özelliklerinin yerel zemin koşulları ile etkileşimi sonucu bir noktadan diğer bir noktaya önemli derecede farklı özellikler gösterdiğinden,

mikrobölgeleme çalışması bölgenin yerel zemin koşullarının araştırılması, geoteknik özelliklerinin belirlenmesi ve böylece zemin deprem hareketi altındaki davranışının ortaya konulması ile devam eder. Yer hareketinin yapı davranışı üzerindeki etkisini kontrol eden üçüncü grup faktörler ise yapı özellikleridir. Depremden sonra yapılarda oluşan hasar yapı özellikleri, deprem özellikleri veya yerel zemin koşullarının etkisinin bir göstergesi olduğundan, mikrobölgeleme çalışması yapısal hasarın değerlendirilmesi ve belirtilen sebeplerle olan ilişkisinin araştırılması ile bir bütünlük kazanır ve tamamlanır. Bu durumda mikrobölgeleme çalışmasında izlenen temel yollar, bölgenin deprem incelenmesi ve yapısal hasar ile deprem özellikleri veya yerel zemin koşulları arasındaki ilişkinin ortaya konması olarak özetlenebilir [12].

#### **3.4.2.1. Yamaç (Şev) Duraylılığı Mikrobölgeleme Çalışmaları**

Depremler sırasında oluşan yamaç yenilmeleri, büyük çaplı zararlara neden olur ve yamaç üzerinde ya da yakınında inşa edilmiş çeşitli tipte yapılar için zararın temel nedenlerinden birini oluşturur. Yamaçların duyarlılığı için potansiyelin belirlenmesi ve değerlendirilmesi, sismik Mikrobölgeleme çalışmalarında hesaba katılması gereken en önemli parametrelerden biridir.

Yamaç duraysızlığı iki temel faktöre bağlıdır. Bunlar; dış hareket ettirici kuvvet ve harekete karşı malzemenin direnci. Hareket ettirici kuvvet gravite ve sismik kuvvetler, malzemenin direnci yersel (jeolojik, jeofizik ve geoteknik) koşullar tarafından yönlendirilirler [27].

#### **3.4.2.2. Zemin Sıvılaşması Mikrobölgeleme Çalışmaları**

Zemin sıvılaşması; geçmiş depremlerde zemin yapıları, yaşamsal yapılar ve bina temelleri için hasarın temel bir nedeni olmaktadır. Gelecekteki depremler sırasında da bu, yapılar için önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Sıvılaşma potansiyeli iki faktöre bağlıdır; deprem hareketi (şiddet ve süre) ve sıvılaşmaya karşı malzemenin duyarlılığı [27].

Sıvılaşma direnci, bozulmamış örnekler üzerine laboratuvar testleri ve yerinde yapılan testler kullanılarak kestirilebilir. Yerinde yapılan testlerden standart penetrasyon testi

(SPT) ve konik penetrasyon testi( CPT) sıvılaşma direncinin değerlendirilmesi için kullanılır.

Jeolojik, jeofizik ve geoteknik verilerin haritalanması ve sentezi sonucu arazinin ne şekilde kullanılabileceği konularında ilgilileri yönlendirmeyi amaçlayan alt yapı çalışmaları, oluşacak depremde yapı hasarlarını ve can kayıplarını büyük oranda azaltır.

### **3.4.2.3. Zemin Büyütmesine Göre Mikrobölgeleme**

Zemin büyütmesi, deprem dalgalarının kalın, yumuşak, gevşek zemin tabakaları içinden geçerken genliklerinde meydana gelen artış olarak tanımlanabilir. Zemin büyütmesine göre mikrobölgeleme çalışmasında ilk önce bölgenin jeolojik, sismolojik, tektonik ve geoteknik özelliklerini gösteren mevcut harita ve bilgiler toplanır. Daha sonra geoteknik incelemeler ve mikrotremor ölçümleri yapılarak yerel zemin koşulları hakkında ayrıntılı bilgiler elde edilir. Üçüncü ve son aşamada ise ilk iki aşamada mühendislik özellikleri belirlenen zeminin, bir boyutlu ve üç boyutlu analizler yardımıyla deprem etkisi altındaki davranışı modellenmeye çalışılır [12].

#### **3.4.2.3.a. Birinci Derece Mikrobölgeleme**

Birinci derece mikrobölgeleme çalışmasına bölgenin sismolojik özellikleri belirlenerek başlanır. Sismik veriler tarihi depremlerden ve aletsel deprem kayıtlarından alınır. Daha sonra bölgenin jeolojik ve tektonik yapısını gösteren bilgiler toplanır. Bu tür veriler, bölgenin jeolojisini gösteren haritalardan, hava fotoğraflarından, genel arazi incelemelerinden ve mevcut sondaj loglarından elde edilir. Toplanan sismik veriler kullanılarak depremin oluş aralıkları belirlenir. Bir bölgede geçmişte yaşanan şiddetli bir deprem varsa, bölgenin gelecekte de en az aynı şiddette bir depremle karşı karşıya kalacağı gerçeği, sismolojik veriler değerlendirilirken unutulmamalıdır. Toplanan tüm bu veriler kullanılarak değerlendirme yapılırken geçmişte yapılan çalışmalardan yararlanılarak zemin büyütme hakkında değerlendirmeler yapılabilir [12]. Bunun için değişik araştırmacılar tarafından verilmiş, jeolojik birimler ile sismik şiddet artırımı ve göreceli arazi büyütmesi arasındaki ilişkileri gösteren tablo 3.1' den yararlanılabilir.

Tablo 3.1. Kayma dalgası hızına göre zemin büyütmesine karşı davranış sınıflandırılması [56].

Zemin Grubu	Genel Tanım	Ort. Kayma Dal. Hızı (Vs, M/s)	Büyütme Pot.
A	Kaya	$V_{ort} > 750$	Yok
B	Derin kohezyonsuz zeminler, katı kohezyonlu zeminler yada ikisinin karışımından oluşan zeminler	$360 > V_{ort} < 760$	Düşük
C	Kum, sil ve/veya sıkı/çok katı kil, bazı Çakıllar , kalınlığı 3 m den küçük Yumuşak kil tabakaları	$180 < V_{ort} < 360$	Orta
D1	Kalınlığı (Hc) az ve yumuşak veya orta sıkı kil içeren tabakalar	$V_{ort} < 180$ , ve/veya $3m < H_c < 15m$	Yüksek
D2	Kalınlığı (Hc) fazla ve yumuşak veya orta katı kil içeren tabakalar	$V_{ort} < 180$ , ve/veya $15m < H_c < 35m$	Yüksek
E1	Turba yada organik madde oranı Yüksek killer	$H_p > 3m$	Çok yüksek
E2	Yüksek Plastisiteli killer	$H_{cp} > 7m$ ve $P_l < \%75$	Çok yüksek
E3	Çok kalın (Hc) yumuşak veya orta katı kil içeren tabakalar	$H_c > 35m$	Çok yüksek

Jeolojik verilerin değerlendirilmesinde başka bir yaklaşımla kayma dalgası hızına göre zeminlerin sınıflandırılmasıdır. Bu amaçla Finn (1993)' e göre Tablo 3.1' de verilen sınıflandırmadan yararlanılabilir [56]. Ancak bu değerlendirmeler yapılırken yumuşak zeminlerin her zaman deprem ivmelerini büyütmedikleri unutulmamalıdır.

#### 3.4.2.3.b. İkinci Derece Bölgeleme

Bu aşamada; yerel zemin koşullarına ait büyütme değerlerinin bölgedeki değişimini detaylı olarak incelenir. Sondajlar sırasında yapılan penetrasyon deneylerinden (SPT ve CPT) elde edilen sonuçlar kullanılarak ampirik eşitlikler yardımıyla veya yerinde yapılan ölçümler ile kayma dalgası hızı dolayısıyla zemin büyütmesi hesaplanır. Bölgede yapılan mikrotremör ölçümleri ile zemin periyotlarının ve büyütmelerinin bölgedeki değişimi belirlenmeye çalışılır. Toplanan bütün geoteknik veriler deprem etkisi altında zemin davranışının belirlenmesi için üçüncü aşama bölgelemede kullanılmak üzere uygun hale getirilir [12].

İkinci derece bölgelemede yapılan ayrıntılı geoteknik incelemeler, laboratuvar deneyleri ve arazi deneyleri olarak ikiye ayrılabilir. Laboratuvar deneyleri ve arazi deneyleri ile zeminlerin indeksi özellikleri ve kayma mukavemeti parametreleri ( statik ve dinamik) belirlenir. Bölgelemede zeminlerin deprem yükleri altındaki davranışı dikkate alındığından, zeminlerin dinamik özelliklerinin belirlenmesi daha fazla önem kazanmaktadır.

Bu tez kapsamında yapılan mikrobölgeleme; yerel zemin koşullarındaki değişikliklerin belirlenmesinde temel olarak arazi deneylerinden yararlandığından bu konu daha geniş ele alınacaktır.

Bir mikrobölgeleme çalışmasında, yerel zemin koşullarını açıklayan parametrelerin bölgedeki değişiminin belirlenmesi ve bu parametrelerin analizi sonucu elde edilen veri tabakalarının birleştirilerek aralarındaki ilişkilerin anlaşılması gerekmektedir. Ayrıca elde edilen tüm veriler coğrafi koordinatlar ile ilişkilendirilmelidir. Bütün bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi ve uygulanabilmesi için istatistiksel veya matematiksel coğrafi veri analizlerine ve verilerin görsel olarak sunumlarının yapılmasına gereksinim vardır. Bu amaç için kullanılan en iyi araçlardan biriside Coğrafi Bilgi Sistemleri (GİS) dir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (GİS) araştırma, planlama ve yönetimdeki kara verme yeteneklerini arttırmak ve ayrıca zaman, maliyet ve personel tasarrufu sağlamak amacıyla yapılan bir sistemdir. Coğrafi nesnelere ait grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve sunulması fonksiyonlarını bütünleşik olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelden oluşan bir bütündür [10].

Mikrotremor okyanus dalgaları, rüzgar, trafik ve makine gürültüleri gibi doğal yada suni kaynaklar sonucu oluşan düşük genlikli titreşimlerdir. Genlikleri 1/100-1/1000mm, periyotları ise genelde 1-20 sn arasında değişir [57]. Bu dalgaların algılanabilmesi için çok hassas sismometrelere ihtiyaç duyulur. Sismometrelerin çalışma prensibi yer hareketine uyumlu olarak salınım yapan bir sarkacın elektrik akımı üretmesine dayanmaktadır. Salınım periyoduna bağlı olarak üretilen elektrik akımının şiddeti de değişir. Sismometrelerin tek yönde titreşim hareketine duyarlı modelleri olduğu gibi üç yönde titreşim hareketine duyarlı modelleri de vardır. Üretilen elektriksel işaretler bir filtre devresinden geçirilerek, istenen frekans içeriğindeki titreşimlerin geçmesine izin

verilip bunlar bir amplifikatör devresi ile büyütülmektedir. Ölçümlerde kullanılan sismometrelerin hakim frekansının arazinin hakim frekansından daha düşük olması gerekir.

Mikrotremorlerin salınım özelliklerine göre kısa periyotlu ve uzun periyotlu olmak üzere iki kısma ayrılırlar. Kısa periyotlu mikrotremorlar 1s veya daha düşük periyotlu olup 10m veya birkaç katı fazla yüzeysel tabakaların büyütme ve periyot özelliklerinin belirlenmesinde kullanıldığı ileri sürülmektedir. Trafik ve endüstriyel gürültüler gibi insan aktiviteleri bu mikrotremorlerin kaynaklarını oluşturur. Bunların hem cisim (S) hem de yüzey dalgası olarak yayıldığı kabul edilir Kısa periyotlu mikrotremor ölçümlerinin yüzeye yakın zeminlerinin hakim periyotları ve genlikleri hakkında karalı ve sabit özellikler içerdiği düşünülmektedir. Uzun periyotlu mikrotremorler ise salınımı 1 saniyeden büyük olup ana kayaya kadar olan derin tabakalardaki genlik ve periyot hakkında bilgi verdiği düşünülen ölçümlerdir. Bunların kaynağı ise kıyılarına vuran okyanus dalgaları ve okyanustaki atmosfer değişimleri sonucu oluşan rüzgar hareketleri olup Rayleigh ve love dalgası olarak kabul edilmiştir [12].

#### **3.4.2.3.c. 3. Derece Mikrobölgeleme Çalışmaları**

Zeminler zayıf yer hareketlerinde doğrusal, kuvvetli yer hareketlerinde ise doğrusal olmayan davranış gösterirler. Kuvvetli yer hareketindeki doğrusal olmayan davranıştan dolayı zeminlerde büyük deformasyonlar meydana gelir. Oluşan bu deformasyonlar kayma dalgası hızında azalmaya ve buna bağlı olarak zeminlerin dinamik özelliklerinde değişmeye neden olabilirler [58]. Bu nedenle dinamik yükler altında doğrusal ve doğrusal olmayan davranışlarının tam olarak modellenmesi büyük önem kazanmaktadır. Modelleme sırasında kullanılacak parametreler yerel zemin özelliklerinin arazi ya da laboratuvar deneyleri ile incelenmesiyle belirlenir. Bu amaçla gerçekleştirilen üçüncü derece mikrobölgeleme çalışması, bölgeye ait bir deprem kaydı ve bu deprem kaydı ile benzer frekans ve genlik özelliklerine sahip başka bir kayıt ile bilgisayar destekli olarak, zemin özelliklerinin belli olduğu noktalarda zemin dinamik davranış analizlerinin yapılmasını içerir.

İkinci aşama ve üçüncü aşama arasındaki temel fark şudur: üçüncü aşama yaklaşımını uygulamak için gerekli analitik modellerin sayısal prosedürlerin derinliğine

anlaşılmasına gereksinim vardır. Böyle hesaplamaların yanlış kullanımı hatalı bölgeleme sonuçlarını doğurur. Üçüncü aşama konunun uzmanlarınca yapılacak değerlendirmeleri içermelidir ve mümkünse geçmiş depremlerin deneyimi ile test edilmelidir [27].

### 3.4.3. Mikrobölgelemede Kayma Dalgası

Kayma dalgası hızı deprem yükleri sırasında zemin tabakalarının meydana getireceği büyütme hesaplanmasında kullanılan en önemli dinamik zemin parametresidir. Zeminlerin rijitliği hakkında doğrudan bilgi verdiği için zemin davranışının belirlenmesi için yapılan büyütme analizlerinde direkt olarak kullanılır. Bu yüzden yerel zemin koşullarının büyütme üzerindeki değişiminin incelenmesinde, kayma dalgası hızının belirlenmesi ikinci aşama bölgelemede temel bir amaçtır. Zemin türü, derinlik ve jeolojik yük kayma dalgasının hızını etkileyen en temel faktörler olup bunlara bağlı olarak, efektif gerilme ( $\sigma_o$ ), aşırı konsolidasyon oranı ve boşluk oranı ( $e$ ) da doğrudan etkileyen başlıca faktörlerdir. Ayrıca, Vucetic ve Dobry (1991)' in çalışmalarında da belirtildiği zeminlerin plastisite indisi de, maksimum kayma modülü ve dolayısı ile kayma dalgası hızı üzerinde önemli rol oynayan bir zemin özelliğidir [59].

Zeminlerin dinamik davranışında önemli bir rol oynayan kayma dalgası hızı yerinde ölçülerek veya SPT-N sayısı, koni uç mukavemeti gibi diğer rijitlik parametrelerine bağlı olarak dönüştürülüp hesaplanarak belirlenir. Kayma dalgası hızının arazide açılan sondaj kuyularında yerinde ölçülmesi, geoteknikte kullanılan kuyu içi sismik deneyler ile gerçekleştirilir. Bunlar genel olarak yukarı kuyu, aşağı kuyu, karşıt kuyu ve asılı (suspension) PS logging deneyleri olarak sıralanabilir.

Ancak kayma dalgası hızının yerinde ölçümü hem ekonomik hem de zaman açısından mikrobölgeleme çalışmaları için dezavantaj oluşturmaktadır. Bu sıkıntının ortadan kaldırılması için, kayma dalgası hızının arazi penetrasyon deneylerinden hesaplanması doğrultusunda bağıntılar geliştirilmiştir (Tablo 3.2). Bu yüzden pratikte mikrobölgeleme çalışması yapılırken kayma dalgası hızları çoğunlukla, SPT-N sayıları veya CPT uç mukavemetlerine göre ilişkilendirilen korelasyonlardan hesaplanır.



Tablo 3.2. Kayma dalgası hızının hesaplanması için geliştirilen bazı bağıntılar[60].

Araştırmacılar	Eşitlik	Zemin cinsi
Kanai ve diğ. (1966)	$V_s = 19N^{0.6}$	Tüm
Ohsaki ve Iwasaki (1973)	$V_s = 81.40 N^{0.39}$	Tüm
Imai (1977)	$V_s = 91N^{0.337}$	Tüm
	$V_s = 102 N^{0.292}$	Kil
	$V_s = 80.60N^{0.331}$	kum
Ohto ve Goto (1978)	$V_s = 85.35N^{0.348}$	Tüm
	$V_s = 92.12 D^{0.339}$	Tüm
	$V_s = 67.79N^{0.219}D^{0.230}$	İnce kum
	$V_s = 62.14N^{0.219}D^{0.230}$	Kil
Seed ve İdris (1981)	$V_s = 56.4^{0.5}$	Tüm
Barrow ve Stokoe (1983)	$V_s = 154 + 0.64q_c$	Tüm
Sykora ve Stokoe (1983)	$V_s = 100.5 N^{0.29}$	Kum
	$V_s = 134 + 0.52q_c$	Kum
Lee (1990)	$V_s = 57.40N^{0.49}$	Kum
	$V_s = 114.43N^{0.31}$	Kil
	$V_s = 105.64N^{0.32}$	Silt
	$V_s = 57.40D^{0.46}$	Kum
	$V_s = 70.81D^{0.37}$	Kil
	$V_s = 70.52D^{0.39}$	Silt
İyisan (1996)	$V_s = 51.50N^{0.516}$	Tüm
	$V_s = 55.30q_c^{0.377}$	Tüm

Not: Eşitliklerde  $V_s$  (m/s),  $D$  (m),  $q_c$  ( $kg/cm^2$ ) olarak kullanılmalıdır.

Bu bağıntılardan belirlenen kayma dalgası hızlarının, ikinci aşama mikrobölgeleme çalışmalarında kullanılması ise zemin profili için İyisan (1996) tarafından tanımlanan eşdeğer kayma dalgası hızının hesaplanması ile gerçekleştirilir [61]. Eşdeğer kayma dalgası hızı zemin profili boyunca ağırlıklı ortalamalara göre kayma dalgasının belirlendiği bir hesaplama yöntemi olup zemin rijitliğinin ifadesinde gerçekçi sonuçlar ortaya koymaktadır. Zemin rijitliğini ifade eden diğer parametrelerin (SPT-N ve koni uç

mukavemeti) büyütmenin bir göstergesi olarak temsil edilmesinde de eşdeğer hesap sonuçlarının kullanılmasının uygun olacağı bir gerçektir. Önceden de belirtildiği gibi geoteknik araştırmalarda kritik derinlik ilk 25-30 m olduğu için, eşdeğer kayma dalgası hızının bu kritik derinlik boyunca hesaplanması doğru olur. Ancak unutulmaması gerekir ki farklı özellikte heterojen zeminlere sahip tabakalar için hesaplanan eşdeğer kayma dalgası hızının veya diğer rijitlik parametrelerinin tek başlarına büyütmenin bir göstergesi olarak ifade edilmeleri de her zaman uygun olmayabilir. Bu yüzden ifadelerde tabakaların birtakım üniform özelliklere sahip olduğu kabullerinin yapılması gerekmektedir [62]. Bir zemin profili için eşdeğer kayma dalgası hızını belirledikten sonra, spektral zemin büyütme katsayılarının hesaplanmasında yine literatürde geliştirilen bağıntıların Borchardt ve diğ. (1991), Midorikawa (1987), yüzeysel zeminler için belirli bir derinliğe kadar kayma dalgası hızı ile rölatif zemin büyütmesi arasında Tablo 3.3' te verilen bağıntıları geliştirmişlerdir [63-64]. Bu bağıntılarda kayma dalgası hızı (m/s) olup ilk 30 m lik zemin profilindeki ortalama değerlerdir. Hesaplanan bu spektral büyütme katsayılarının yerel zemin koşullarının büyütme etkisinin hasar üzerindeki sonuçlarının incelenmesinde doğrudan kullanılabilmesinin mümkün olduğu söylenebilir.

Tablo 3.3. Rölatif zemin büyütme katsayılarının kayma dalgası hızı ile hesaplanması için geliştirilen bağıntılar [9].

Araştırmacılar	Eşitlik	Açıklamalar
Midorikawa (1987)	$A=68 V_1^{-0.6}$	$V_1 < 1100$ (m/s)
	$A=1$	$V_1 > 1100$ (m/s)
Joyner ve Fumal (1984)	$A=23 V_2^{-0.45}$	
Borchardt ve diğ. (1991)	$AHSA=700/V_1$	Zayıf hareket için
	$AHSA=600/V_1$	Kuvvetli hareket için
<p>A: En büyük ivmelere göre büyütme katsayısı            AHSA: 0.4-2 s spektral aralığında ortalama yatay büyütme  <math>V_1</math>: 30 m derinlik için ortalama kayma dalgası hızı(m/s)  <math>V_2</math>: 1 s periyotlu dalganın dalga boyunun, <math>1/4</math> ü kadar bir derinlik için hesaplanan kayma dalgası hızı</p>		

### 3.5. Sonuçlar

Gelişmekte olan ülkelerde depremi önlemenin optimum maliyeti önem kazanmaktadır. Bu nedenle fayda ve maliyet analizlerine dayalı stratejiler belirlenmesi gereği ortaya çıkmaktadır.

Önceliklerin belirlenmesi ve alternatif üzümlerin ortaya konması için; deprem ve parametrelerin irdelenmesi, ilgili disiplinlere girdilerin oluşturulması, deprem tehlikesinin ortaya konması, sismik riskin belirlenerek ülkede geçmiş deneyimlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve modellenmesi, kabul edilebilir riskin tanımlanması, ülkenin ekonomik ve sosyal yapısının incelenmesi, deprem etkilerinin azaltılması için stratejilerin seçimi gereklidir.

Bu nedenle depremlere ilişkin parametrelerin tahmini sismolojistlerin istatistiksel çalışmalar yapmasına yol açmıştır. Bu bölümde çalışmada kullanılacak olan istatistiksel yöntemler anlatılmıştır.

Mikrobölgeleme sismik tehlikenin yüksek olduğu bölgelerde; yerel zeminlerin sismik parametrelerinin bölgedeki değişiminin incelenmesi, deprem kuvveti altında yapı davranışının daha doğru tahmin edilebilmesi ve bir depremde oluşabilecek hasarın en aza indirgenmesi için yapılan bir çalışmadır.

Mikrobölgeleme; genelden detaya ve zemin davranışından modellemeye üç aşamalı bir yaklaşımla yürütülür. İlk önce genel olarak bölgenin jeolojik, jeofizik, tektonik, sismolojik ve geoteknik incelemeler ve mikrotemr ölçümler yapılarak yerel zemin koşulları hakkında detaylı bilgiler elde edilir. Son aşamada ise mühendislik özellikleri belirlenen zemin tabakalarının 1, 2 ve 3 boyutlu analizleri ile deprem etkisi altındaki davranışı modellenir. Mikrobölgeleme sonucunda elde edilen veriler analiz edildikten sonra modellenmesi ve modelin görsel olarak sunumu, klasik haritalama teknikleri kullanılarak yapılabileceği gibi son yıllarda geniş uygulama alanı bulunan GIS (coğrafi bilgi sistemleri) yardımıyla yapılabilir.

## 4. BÖLÜM

### KIRŞEHİR İLİ GEOTEKNİK YAPISI VE DEPREMSELLİĞİ

Bir bölgenin jeolojik yapısı ile depremselliği arasında doğrudan ilişki vardır. Ülkemiz jeolojik yapısı itibarı ile dünyanın en önemli deprem kuşağından birisi olan Akdeniz deprem kuşağında yer almaktadır. Türkiye’ de Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı depremlere neden olan en önemli fay kuşaklarıdır. Bu aktif fayların etkisi ile Anadolu plakasının yılda ortalama 1cm güneybatıya doğru hareket etmekte olduğu bilinmektedir. Bu harekete bağlı olarak plaka içinde ve plaka sınırlarında enerji birikimleri olmakta ve bu enerji zaman zaman boşalmaktadır. Bu durum deprem olarak tanımlanmaktadır.

En büyük doğal afetlerden olan depremin ne zaman ve nerede olacağı, günümüzde hala önceden belirlenememektedir. Ancak şimdiye kadar meydana gelmiş ve kaydedilmiş depremlere dayanarak yapılan istatistiksel hesaplamalarla tahminlerde bulunulabilmektedir. Depremin meydana geleceği zamanı, şiddeti ve yeri önceden belirlenemediğine göre deprem sırasında can ve mal kaybının önlenmesi için yapılacak tek şey depreme karşı gerekli önlemlerin alınmasıdır [1].

Bu bölümde; Kırşehir İlinin topoğrafik ve jeolojik yapısı , sismolojik özellikleri ve tektonik özellikleri detaylı olarak incelenecek, geçmişte meydana gelmiş depremler araştırılarak deprem risk analizi yapılacaktır.

#### 4.1. Kırşehir İli Geoteknik Yapısı

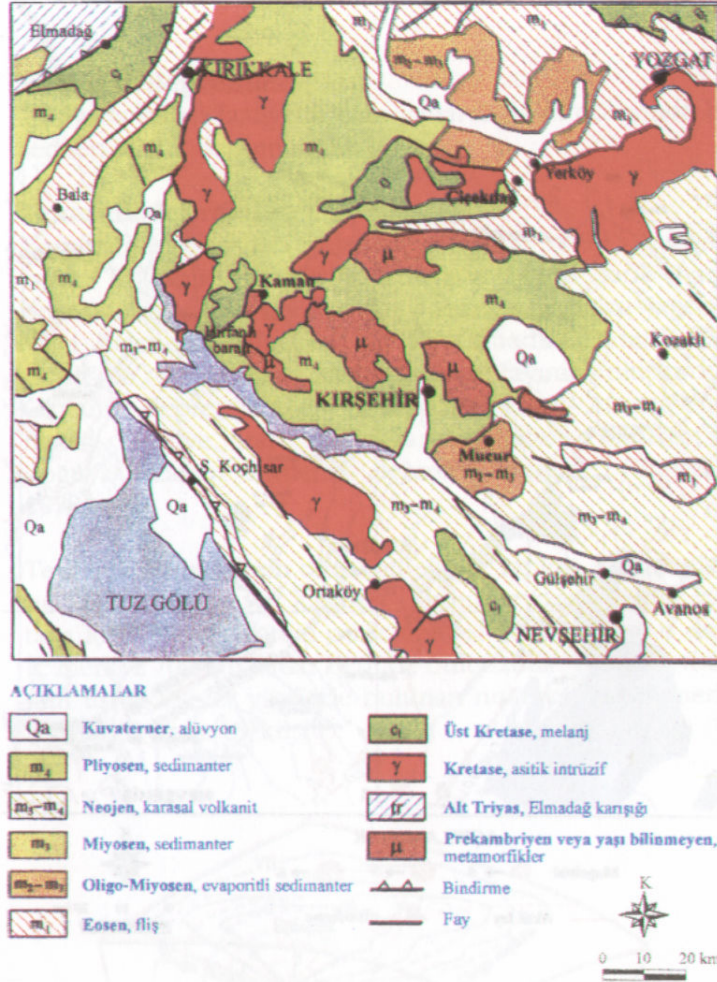
Kırşehir İç Anadolu Bölgesinin Orta Kızılırmak bölümünde yer alır. Yüzölçümü 6665 km<sup>2</sup> dir. Bir paralekenarı andıran ilin toprakları ülke topraklarının binde 8’ ini oluşturmaktadır. İç Anadolu Bölgesi matematiksel konumu, 38°50’ kuzey enlemleri, 33°30’ -34°50’ doğu

boylamları arasındadır. İlin güney uç noktası, Merkez Ulupınar Kasabası, kuzey uç noktası Çiçekdağı' nın Konurkale köyüdür. Batı uç noktasının Kaman Büğüz Köyü, doğu uç noktası ise Mucur Kılıçlı köyüdür. Denizden yüksekliği 985 km dir. İl toprakları güney ve güneybatıda Kızılırmak, batı ve kuzeybatıda Kılıçözü deresi, kuzey ve kuzeydoğuda Delice ırmağı, doğuda Seyfe gölü çöküntü alanı ile çevrilidir. Kırşehir ortalama yüksekliği 1000 m ye ulaşan geniş bir yayla görünümündedir. Kırşehir masifi olarak ta adlandırılan bu plato; üzerinde Seyfe gölü kapalı havzası yer alır. Yüksekliği 1500 m yi aşan dağların sayısı oldukça azdır. İl topraklarının %64,5' i plato, %17,2' si dağlık alan, %18,3' ü ise ova ile kaplıdır. Kırşehir' de kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen karasal iklim görülür [65].

#### **4.1.1. Bölgesel Jeoloji**

Tuz gölünün doğusunda kalan Kırşehir, Kaman, Niğde ve Akdağmadeni' ni içerisine alan bölgede jeolojik temeli Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalarla tektonik ilişkili olan Geç Kretase' de yerleşmiş ofiyolitik kayalar, Ankara melanjını meydana getirir. Bölgede hem metamorfik temel hem de ofiyolitik kayalar Paleosen' de sokulmuş olan derinlik kayalarıyla kesilirler. Ankara melanji Geç Kretase yaşlı tortullarla örtülür. Kırşehir ve Kaman yörelerinde Ankara melanjının üzerinde Paleosen yaşlı volkanik kayalar yer almaktadır. Bölge Eosen denizel fasiyesteki tortullarla temsil edilir. Ayrıca bu istifin bazı bölümlerinde kalış seviyeleri karakteristiktir [66]. Kızılırmak ve Peçenek formasyonları olarak tanımlanan Neojen birimleri [67] Çiçekdağı civarında Kızılırmak ve Bozkır formasyonları olarak isimlendirmiş olup, palnolojik verilere göre de Orta-Üst Miyosen olarak yaşlandırılmıştır [68]. Bunlar içerisinde bulunan omurgalı fosillerden de Üst Miyosen- Pliyosen yaşı elde edilmiştir [69]. Kırşehir ve çevresinin jeoloji haritası Şekil 4.1' de verilmiştir [1].

Kızılırmak Formasyonunun üst kısmında yer alan ve gölsel ortamın ürünü olan yatay konumlu açık bej renkli ve ince tabakalı kireçtaşları ise önceki çalışmacılar tarafından Kozaklı ve Aksaklı kireçtaşı üyesi olarak adlandırılmıştır [66].



Şekil 4.1. Kırşehir ve çevresinin jeoloji haritası [1].

#### 4.1.2. İnceleme Alanının Jeolojisi

Kırşehir ili imar alanında paleozoyik yaşlı mermer ve şistler üzerine uyumsuzlukla gelen Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı birimler, alüvyal yelpaze, örgülü akarsu ve göl ortamında depolanmış olan gevşek çimentolanmış kırmızı çakıl, kum, silt ve kil ile istifin üstünde beyaz renkli ince tabakalı killi kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Şehrin yapılaşması ağırlıklı olarak D-B yönünde olup, Kırşehir' i çevreleyen ve temeli oluşturan metamorfik masif ile bunun üzerindeki çöküntü havzalarında oluşan Üst Miyosen- Pliyosen yaşlı genç dolgusu ve Kuvaterner alüvyon üzerinde yoğunlaşmıştır [70].

### **Paleozoyik Mermer- Şist Ardalanması (p)**

Kırşehir ilinin kuzeyinde Kılıçözü deresi vadisinin doğu ve batısında yüksek topografyada yüzeylerler. Özellikle vadinin doğu kesimindeki alanlarda yoğun yapılaşma faaliyeti bulunmaktadır. Burası başlıca Kervansaray mahallesini bulunduğu alandır. Çok sayıda kooperatif bu alanda yer alır. Bu kesimde birimin üzeri ince bir alüvyon yelpazesi tortulu ile kaplıdır. Bazı yerlerde bu ince alüvyon yelpazesi altında kahverengi çakıldan oluşan ince bir Pliyosen örtüde bulunabilmektedir. Buna karşılık birçok yerlerde sığ bir temel kazısında mermer, şist ardalanmasına ulaşılabilir. Mermerler bir metreye kadar katman kalınlıkları sergileyebilirler. Katmanlar genellikle kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olup kuzeydoğuya doğru eğilimlidirler. Grimsi renkli, çok çatlaklı ve kalsit dolguludurlar. Şistler genellikle mikaşist özelliğinde ve folyasyonludurlar. Gerek katmanlanma ve gerekse şistozitenin yamaç içerisine yönelik olması nedeniyle bu alanda bir kütle hareketi potansiyeli taşımazlar.

### **Pliyosen Çökelleri**

Pliyosen yaşlı çökeller yerleşim alanında büyük yayılıma sahiptirler. Yapıların büyük bir kısmı bu çökeller üzerinde yer alır. Hemen hemen yatay durumda bulunan pliyosen çökelleri başlıca üç litostratigrafik birimden oluşur.

#### **a) Kil, Silt, Kum ve Çakıl Ardalanması (plc)**

Bunlar Pliyosen serilerinin alt kesimini oluşturur. Kuzeyde yaklaşık olarak Kırşehir-Kayseri karayolundan, güneyde ise Yeni Cezaevi alt kotları ve Ağabayırı çiftlik civarında bulunur. Güzler yolu, Regülatör yakınındaki yol yarmasında ise üstüne gelen daha gevşek zemin ile sınırı çok güzel bir şekilde görülür.

Bölge genelinde Yıldız Blokları, Özbağ yolu, Altın Kardeşler Benzin istasyonu civarı ve doğuda Oralsan Takım Tezgahları civarı, Galericiler sitesi ve Güneykent toplu konut alanı bu zemin üzerine kurulmaktadır.

Bu birim, Kılıçözü deresi vadisinin doğu ve batı kesiminde yaklaşık 980 kotunda görülür. Vadi içerisinde metamorfik kayalar üzerindeki durumu açıkça görülmemekte ve alüvyon altında kalan kesiminin kalınlığı tahmin edilememektedir. Bu birim kahverengi veya kiremit renginde akarsu kökenli siltli ve killi çakıl ve kum ardalanmasından meydana gelmektedir. Ve bazen bir metre kalınlığa kadar ulaşabilmektedir. Kılıçözü deresi vadisinin doğu ve batı kesimindeki orta eğimli yamaçlarda bir kütle hareketi riski görülmez.

### **b. Kireçtaşı-Kumtaşı Ardalanması (Pls)**

Kılıçözü deresi vadisinin batı kesiminde yüzeyler. Alttaki çakıllı kum üzerinde uyumludurlar. Kırşehir cezaevinin bulunduğu kesimde tipik özellikleriyle görülebilirler. 20 m kalınlığına sahiptirler. Bu seviye içerisinde karbonat oranının üste doğru arttığı izlenir. Kırşehir – Kayseri karayolu üzerinde Tarım Kredi Kooperatifi binasının bulunduğu kesimde bu birim küçük bir alanda yüzeyler.

### **c) Kireçtaşı (plk)**

Gösel fasiyeste meydana gelmiş beyaz renkli kireçtaşlarıdır. Kireçtaşı, çakıl- kum ardalanmasının üzerinde uyumlu olarak yer alırlar. Kılıçözü deresi vadisini batı kesiminde topografyanın yüksek olduğu kesimde ve Kırşehir cezaevinden daha yüksek kotlarda dar alanda yüzeyler. Yaklaşık 35 m kalınlığa sahiptirler. Dağınık çakıllar içerirler ve yer yer travertenimsi bir görünüm sergilerler. Üzerlerinde yoğun bir yapılaşma yoktur.

## **Kuvarterner Alüvyon Birimleri**

### **a) Alüvyon ( Qal)**

Kılıçözü deresi vadisinin başlıca doğu kenarında sınırlı alanlarda eski alüvyon taraçaları bulunur. Dere yatağından 10 m ye kadar olan yüksekliklerde asılı durumda bulunan gevşek farklı kökenli kumlu çakıllardan oluşur. Gevşek çakıllar metamorfik kayalardan türemedirler. Bunları üzerinde önemli yapılaşma bulunmamaktadır.

Kılıçözü deresi ve yan kollarının yataklarını kaplayan kil, silt, kum ve çakıllardan oluşan pekişmemiş depolardır. Vadi tabanında yaklaşık 30 m kalınlığa ulaşır. Vadi kenarlarına



doğru kalınlıkları azalır. Vadi içerisinde yoğun yapılaşma bu birim üzerinde yer almaktadır. Litoloji özelliği bakımından zayıf zemin niteliğindedir. Kaba ve ince taneli pekişmemiş tortullar yanal ve düşey yönde sık sık değişiklikler gösterirler.

Alüvyon yelpazesi, en geç alüvyal oluşuklarıdır. Yaşlı birimlerin üzerini kaplar ve vadi tabanında çökelmekte olan alüvyonlara da yanal geçişler gösterir. İki önemli alüvyon yelpazesinden birisi yerleşim alanının kuzeybatısında görülür. Kuzeybatıda yüksek topografyada yüzeyleyen metamorfiklerden beslenen bu yelpaze içerisindeki çakıllar 20 cm büyüklüğe ulaşır ve gevşek kum, silt ve kil ile beraber bulunur. İkinci önemli yelpaze depolanması ise ilin kuzeydoğusunda metamorfik kayaların yüzeylediği Kervansaray mahallesinde görülür. Yüksek yerlerdeki metamorfik kayalardan beslenen yelpazede çakıl, kum ve silt depolanması ince bir örtü halinde eski birimlerin üzerini kaplar.

#### **b) Traverten ( Qtrv)**

Kılıçözü deresi vadisi içerisinde ve özellikle Termal otel civarında yüzeyleyler. Bunlar sırt tipi travertenlerdir. Yaklaşık kuzey, kuzeydoğu- güney, güneybatı doğrultusuna sahiptirler. Bu travertenlerin oluşumlarını sağlayan kırık takımı da aynı doğrultuya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bol miktarda değişik boyutlarda karstik boşluk bulundurmaktadır. Gevşek yapıda ve kolayca dağılabilen özelliktedir. Üzerinde eski ve yeni yapılaşmaların olduğu gözlenmiştir. Traverten sırtlarının eteklerinde onların saçakları şeklindeki depolanmanın kalınlığı tahmin edilememektedir.

#### **4.2. Kırşehir ve Civarının Tektonik Yapısı**

Orta Anadolu Bölgesi KD-GB, KB-GD ve BKB-DGD doğrultusunda gelişmiş faylarla şekillenmiştir. Bu faylar üst Miyosen-Pliyosen sonrası oluşmuş yeni tektonik dönem (Neotektonik ) yapıları olup çoğunlukla normal faylar, verev atımlı normal faylar ve yanal atımlı faylarla karakterize edilir. Neotektonik dönemde oluşan yapılardan geçmişte hareket etmiş ve gelecekte de hareket etme olasılığı bulunan ve bu nedenle deprem potansiyeli taşıyan faylar diri (aktif) fay olarak adlandırılır. Orta Anadolu' nun çoğunlukla aktif olan fayları aynı zamanda Tuzgölü, Seyfe gölü, Sultansazlığı, Derinkuyu gibi çöküntüleri ve bu çöküntüler içindeki sedimantasyonuda kontrol etmektedir. Bu faylar boyunca gözlenen en

önemli özellikler sıcak su kaynakları, traverten oluşukları, çizgisel vadiler, fay diklikleri ve alüvyon yelpazelerdir [71]. Çalışma alanını sınırlayan faylar şekil 4.2' de verilmiştir.

#### **4.2.1. Akpınar Fayı**

19.04.1938' de 6.6 büyüklüğünde deprem oluşturmuş ve Akpınar ilçesinin yaklaşık iki km kuzeybatısından başlayarak 14 km uzunluğunda devam eden ve granitlerin içinde K60B doğrultusunda Sofrazlı köyüne ulaşan ve daha sonra ise K50B doğrultusunda Taşkovan köyüne kadar devam eden, sağ yanal doğrultu atımlı Akpınar Fayı yer alır [72]. 19.04.1938 tarihindeki Akpınar depreminden sonra, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü ve İstanbul Üniversitesi ekipleri, deprem bölgesinde jeolojik araştırmalar yapmışlardır. Bu bölgede yaptıkları çalışmalarda, depremin oluşturduğu yüzey kırıklar Parejas ve Pamir (1939) tarafından haritalanmıştır [73].

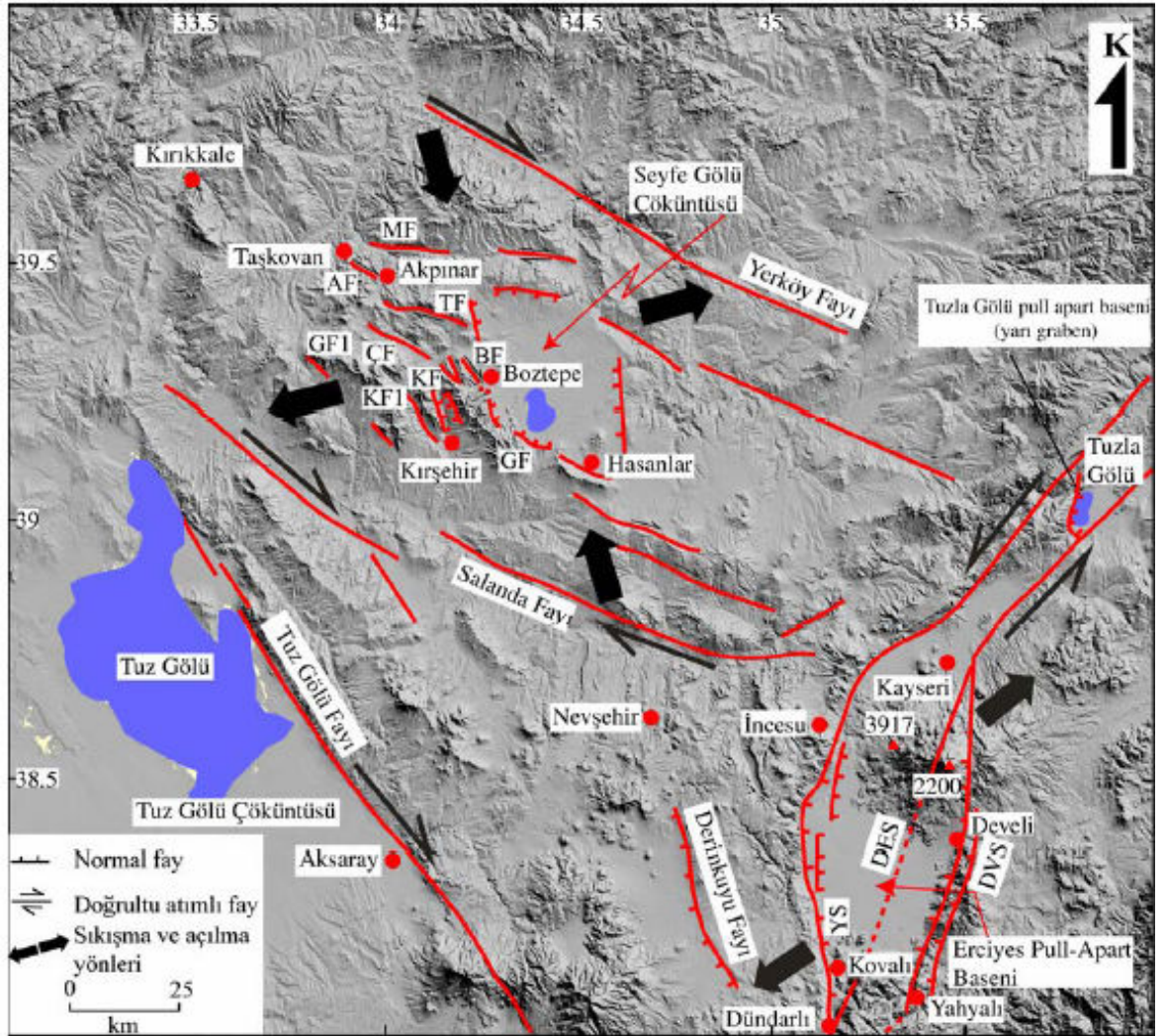
#### **4.2.2. Manahözü Fayı**

Akpınar ilçesinin kuzeydoğusunda yer alan ve Manahözü deresine paralel uzanan BKB-DGD uzanımlı 20 km uzunluğundaki sağ yanal doğrultu atımlı fay, Manahözü Fayı olarak isimlendirilmiştir. Manahözü Fayı, aktif bir faydır. Bunun en önemli kanıtı, fayın batı ucunda yer alan Tazıuşağı mahallesinde Hamam olarak isimlendirilen yerde sıcak su çıkışlarının gözlenmesidir [72].

#### **4.2.3. Tosunburnu ve Çoğun Fayı**

İsahocalı ilçesinin kuzeyi ile doğuda Tosunburnu köyünün güneyinde gözlenebilen K80B gidişli fay Tosunburnu Fayı olarak isimlendirilmiştir. Tosunburnu Fayının kuzeybatıdaki kesimi, Akpınar ilçesinin yaklaşık 3 km güneydoğusundaki granitik kayaçlarda fay düzlemi oluşturur.

Tosunburnu Fayının güneyinde bu faya koşut olarak bulunan ve Çoğun ve Sofular köyleri arasında K45-60B uzanıma sahip, genelde Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Kızılırmak Formasyonu' nu kesen ve morfolojik olarak belirgin bir topografya ile yaklaşık 25 km boyunca uzanan fay ise Çoğun Fayı olarak isimlendirilmiştir [72].



Şekil 4.2. Çalışma alanını sınırlayan ana faylar ve Seyfe Fay Zonu' nu oluşturan fayların konumunu gösterir harita (Koçyiğit 2001' den değiştirilerek alınmıştır) AF: Akpınar Fayı, ÇF: Çoğun Fayı, TF: Tosunburnu Fayı, BF: Boztepe Fayı, GF: Gümüşkümbet Fayı, MF: Manahözü Fayı, KF: Kırşehir Fayı, KFI: Karıncalı Fayı, GFI: Gümüşkümbet Fayı, VS: Yeşilhisar Fay Segmenti, DES: Dündarlı-Erciyes Fay Segmenti, DVS: Develi Fay Segmenti. [72].

#### 4.2.4. Boztepe Fayı

Boztepe ilçesinin batısında K30B uzanımlı oblik normal bileşenli sağ yanal doğrultu atımlı fay Boztepe Fayı olarak adlandırılmıştır. fay düzlemi ve çizgisellikle kendini gösteren fay, yaklaşık olarak 12 km uzunluğa sahiptir [72].

#### 4.2.5. Gümüşkümbet, Kırşehir, Karıncalı ve Gülütarla Fayları

Çalışma alanının güneyinde, Seyfe gölü çöküntüsünün batı kenarını sınırlayan ve K-G ve K45-60B arasında değişen doğrultulara sahip 18 km uzunluğundaki, eğim atımlı normal fay Gümüşkümbet Fayı olarak tanımlanmıştır. Kırşehir' in de içerisinde bulunduğu, KB-GD uzanımlı Naldöken Dağı ve Kervansaray Dağı ile sınırlanmış olan çöküntü alanının batı ve doğu yamaçlarında normal fay karakterindeki yapı, Kırşehir Fayı olarak isimlendirilmiştir. Kırşehir' in batısında belirgin çizgisellikler ile temsil olan Karıncalı köyünün bulunduğu çöküntü alanında yer alan K30B uzanımlı fay ise Karıncalı Fayı ve Karıncalı köyünün daha batısında bulunan ve Gülütarla güneydoğusunda gözlenen çizgesel ve morfolojik özellikler gösteren, K40B uzanımlı fay ise Gülütarla Fayı olarak isimlendirilmiştir [72].

#### 4.2.6. Seyfe Çek – Ayr Havzası

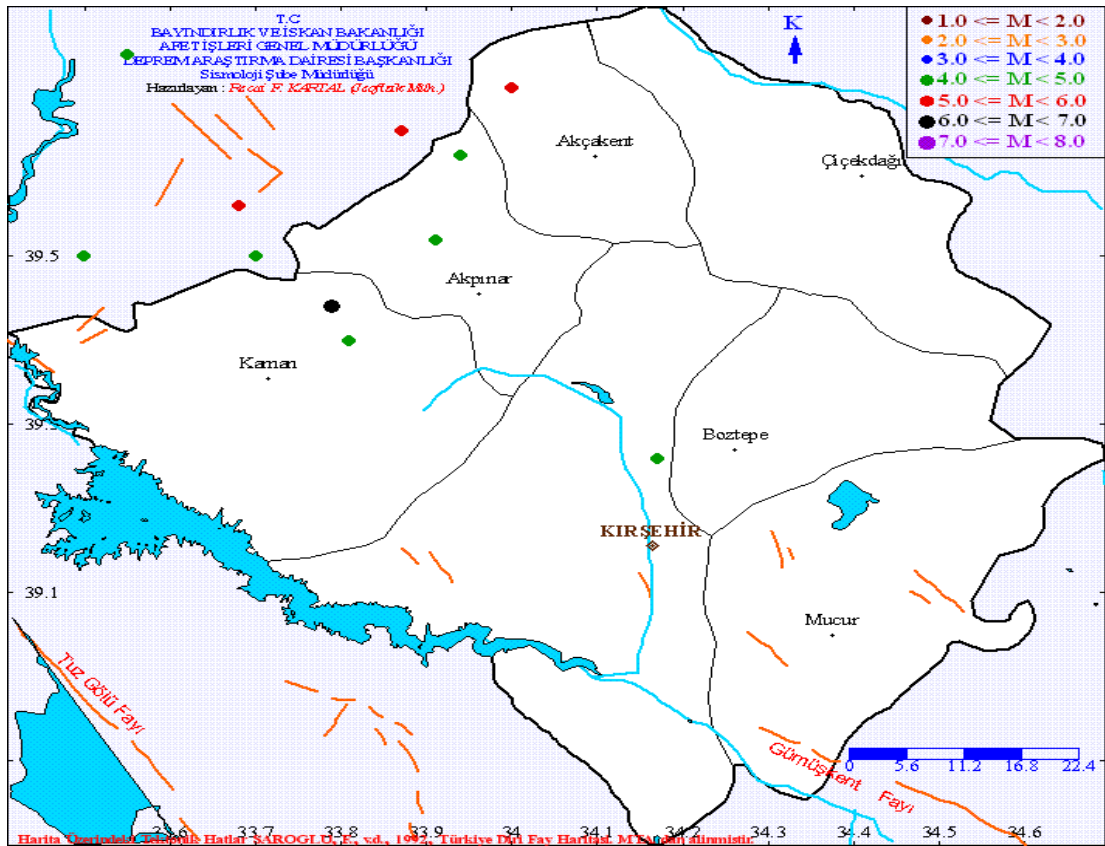
Çalışma alanının doğusunda yer alan Seyfe gölü çöküntüsü, Seyfe Fay Zonu içerisinde yer alır. Seyfe Fay zonu, Seyfe gölü çöküntü alanını kontrol eden ve Kuzeybatıda Taşkovan köyü ile güneydoğuda Hasanlar beldesine kadar uzanan sağ yanal doğrultu atımlı ve normal faylardan oluşur. Yaklaşık 120 km uzunluğunda ve sürekli olmayan birkaç yüz metre ile 20 km uzunlukta birbirine koşut uzanan faylardan oluşur [74].

### 4.3. Kırşehir İli ve Çevresinin Depremselliği

Orta Anadolu' da yer alan Kırşehir ve çevresi deprem üretme potansiyeli bakımında ilginç bir konuma sahiptir. Bu bölgede genelde doğrultu atımlı faylara bağlı olarak depremler oluşmaktadır. Kıta içi bir bölgede yer alan Kırşehir ve yakın civarında aletsel kayıtların alınmaya başladığı 1900 yılından günümüze kadar geçen zaman içerisinde Kırşehir merkez ( 39.08 K, 34.10 D ) ve 100 km çevresinde ( $M \geq 2$ ) 171 adet deprem meydana gelmiştir. (KOERİ: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi kataloglarından derlenmiştir).

Depremlerin aletsel olarak kayıt edilmeye başladığı 1900 yılından günümüze kadar meydana gelen, Kırşehir merkez bölgede ve 100km çevresinde meydana gelen  $m \geq 4$  depremler tablo 4.1' de verilmiştir. Bu bölgede deprem etkinliğini ortaya koymak için depremlerin zaman içindeki dağılımları yıllara göre grafiksel olarak gösterilmiştir. (Şekil

4.4). Burada 2000 yılından başlayarak deprem etkinliğinde önemli bir artış olduğu gözlenmektedir. Bu artışın bir nedeni sismik etkinlik olduğu gibi, günümüzde sismograf sayısının artması da etkili olmuştur. Bu koordinatlar arasında kalan bölgede meydana gelen depremler genelde kuzeybatıda Kırıkkale' ye yakın bir bölgede yoğunlaşmaktadır (Şekil 4.3) ve KD-GB yönünde bir dizilim göstermektedir. Bu da Kırıkkale' nin KD' sunda yer alan Ezine pazarı Fayı ile ilişkilidir. Kırşehir ve Akpınar ilçesi yakınlarında ise bu bölgeye nazaran daha az sıklıkla depremler oluşmaktadır.



Şekil 4.3. Kırşehir ve çevresindeki bölgede, 01.01.1900-09.05.2006 tarihleri arasında büyüklüğü 4.0' den büyük olan depremlerin dış merkez dağılımları [75].

Tablo 4.1. 05/07/1928 – 31/12/2007 tarihleri arasında Kırşehir ve çevresinde meydana gelen  $m \geq 4.0$  olan depremlerin listesi.

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik
20.12.2007	09:56	39.39	33.10	5	4.0
20.12.2007	09:48	39.40	33.05	5	5.7
20.12.2007	07:36	39.46	33.14	5	4.0
13.12.2007	18:06	38.82	33.05	5	4.9
17.12.2005	00:15	39.40	33.13	5	4.2
06.08.2005	09:09	39.34	33.10	5	4.6
01.08.2005	13:22	39.44	33.07	17	4.2
01.08.2005	02:02	39.43	33.07	10	4.0
01.08.2005	00:45	39.41	33.06	7	4.6
31.07.2005	23:41	39.45	33.09	5	4.8
31.07.2005	15:23	39.42	33.10	5	4.2
31.07.2005	15:18	39.42	33.10	5	4.3
31.07.2005	00:45	39.42	33.13	6	4.2
30.07.2005	21:45	39.44	33.09	5	5.3
21.07.2004	09:14	39.65	33.92	5	4.4
07.03.2002	06:12	38.31	33.88	5	4.4
11.03.2001	19:21	38.55	33.78	12	4.0
14.02.1992	03:27	39.90	33.94	16	4.2
22.05.1985	21:53	39.60	33.70	10	4.0
03.03.1985	13:02	39.13	33.17	10	4.3
21.04.1983	16:18	39.31	33.06	36	4.7
10.04.1981	03:16	39.00	33.10	38	4.0
04.07.1978	23:20	39.50	33.30	10	4.0
04.07.1978	22:39	39.45	33.19	23	4.9
23.12.1938	01:32	39.50	33.50	0	4.2
16.12.1938	11:03	39.52	33.91	10	4.8
21.07.1938	21:56	39.56	33.68	10	5.0
28.05.1938	00:05	39.40	33.81	30	4.9
14.05.1938	06:55	39.50	33.70	0	4.7
14.05.1938	04:45	39.74	33.55	10	4.8
27.04.1938	10:40	39.89	34.10	10	4.6
19.04.1938	23:11	39.65	33.87	30	5.0
19.04.1938	10:59	39.44	33.79	10	6.6

Tablo 4.1. 05/07/1928 – 31/12/2007 tarihleri arasında Kırşehir ve çevresinde meydana gelen  $m \geq 4.0$  olan depremlerin listesi.

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyükük
28.06.1933	11:54	39.30	33.20	0	4.7
09.04.1930	05:07	39.70	34.00	0	5.0
05.07.1928	03:31	39.26	34.17	40	4.5

1900-2007 Tarihleri arasında Türkiye’ de meydana gelen  $M \geq 4.0$  olan deprem katalogu

- 1) 01.01.1900-31.12.1997 tarihleri arasındaki veriler ISC Kataloglarından
- 2) 01.01.1998 yılından sonraki veriler DAD (Deprem Araştırma Dairesi) verilerinden derlenerek Sismoloji Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 4.2. 05.07.1928 - 31.12.2007 tarihleri arasında Kırşehir ve çevresinde meydana gelen  $m \geq 2.0$  olan depremlerin listesi.

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyükük
25.12.2007	05:08	39.25	33.23	5	3.0
23.12.2007	20:42	39.28	33.24	15	3.0
17.12.2007	22:39	38.79	33.08	5	3.1
16.12.2007	19:19	39.19	34.92	7	2.9
15.12.2007	04:14	38.76	33.12	5	3.0
14.12.2007	01:08	38.78	33.13	5	3.3
13.12.2007	22:23	38.82	33.08	2	3.2
13.12.2007	21:40	38.83	33.07	5	3.0
13.12.2007	18:22	38.81	33.13	5	3.0
13.12.2007	18:18	38.79	33.18	8	3.2
14.11.2007	13:50	38.63	33.48	3	2.9
15.10.2007	08:48	38.85	33.41	13	2.8
01.10.2007	00:35	38.42	33.84	5	3.4
28.09.2007	13:01	38.65	33.54	6	2.8
19.09.2007	14:03	38.98	34.80	3	3.3
13.09.2007	15:20	39.25	34.99	6	3.0
01.09.2007	13:14	39.72	34.17	14	2.6
19.08.2007	23:07	38.26	34.03	5	3.7
19.08.2007	09:26	38.93	33.64	4	2.5

Tablo 4.2. 05.07.1928 - 31.12.2007 tarihleri arasında Kırşehir ve çevresinde meydana gelen  $m \geq 2.0$  olan depremlerin listesi.

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik
16.08.2007	13:36	38.97	35.09	8	2.9
04.08.2007	04:31	39.10	33.00	5	2.9
26.07.2007	16:42	39.13	32.97	5	3.3
06.07.2007	09:43	39.07	33.05	11	2.8
06.07.2007	00:19	39.34	34.25	8	2.8
04.06.2007	10:04	39.34	34.24	5	3.4
19.05.2007	13:25	39.36	33.83	10	3.4
08.05.2007	00:21	38.65	33.54	6	2.9
01.05.2007	16:26	39.29	35.18	8	2.8
24.04.2007	00:16	39.71	34.19	3	2.7
10.04.2007	08:24	39.76	34.13	23	2.8
02.04.2007	22:26	39.27	33.49	7	3.6
01.04.2007	06:07	39.03	34.77	5	3.0
29.03.2007	06:37	39.04	33.83	9	3.1
29.03.2007	06:37	39.04	33.83	9	3.1
04.03.2007	22:47	39.14	33.13	5	3.2
21.02.2007	19:02	39.84	34.14	5	3.0
21.02.2007	07:59	39.17	34.61	9	2.8
16.02.2007	19:43	39.83	34.19	5	3.1
14.02.2007	20:31	39.83	34.14	5	3.3
14.02.2007	11:59	39.82	34.07	5	3.9
24.12.2006	11:16	38.94	35.16	9	3.0
17.12.2006	15:47	39.59	34.87	12	3.0
13.12.2006	12:08	39.35	34.88	9	3.2
25.11.2006	06:30	38.64	34.80	14	3.4
16.11.2006	21:19	39.20	34.79	30	3.0
14.11.2006	10:39	39.14	34.69	9	3.6
18.10.2006	15:44	39.51	34.62	7	3.3
16.10.2006	04:08	39.01	33.07	17	2.9
15.10.2006	20:28	39.52	34.62	4	3.1
04.10.2006	18:43	39.44	33.43	9	3.2
27.09.2006	11:23	39.10	33.30	21	2.9
09.09.2006	21:15	39.35	33.31	28	2.9
30.08.2006	02:59	38.27	34.02	5	3.4
29.07.2006	00:44	39.22	35.25	19	3.1



Tablo 4.2. 05.07.1928 - 31.12.2007 tarihleri arasında Kırşehir ve çevresinde meydana gelen  $m \geq 2.0$  olan depremlerin listesi.

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik
03.06.2006	01:43	39.23	33.24	5	3.2
13.05.2006	06:37	39.33	33.71	30	2.9
08.05.2006	20:45	39.13	33.34	5	2.9
16.04.2006	01:15	39.32	33.29	19	2.7
05.02.2006	17:33	39.18	33.28	6	3.3
25.01.2006	10:57	39.30	33.33	28	3.1
04.01.2006	00:33	39.60	33.86	4	3.3
20.12.2005	21:17	39.38	33.29	19	3.4
18.12.2005	11:03	39.43	33.94	30	2.9
25.11.2005	02:16	39.39	34.17	5	3.1
13.11.2005	22:14	39.08	33.18	5	2.9
14.07.2005	14:19	39.11	35.22	23	2.6
01.07.2005	12:14	38.68	34.91	25	2.8
01.06.2005	02:45	39.54	34.51	32	2.8
08.05.2005	10:32	39.26	35.14	52	2.7
20.04.2005	23:15	39.32	33.31	5	3.0
07.04.2005	01:10	38.75	34.27	10	3.3
07.04.2005	01:06	38.71	34.31	5	3.6
16.03.2005	17:34	39.71	33.33	6	2.9
13.02.2005	18:23	39.29	34.18	5	3.1
20.01.2005	00:51	38.56	34.26	58	3.0
18.01.2005	02:35	38.64	34.20	25	3.0
18.01.2005	02:30	38.65	34.30	11	3.2
09.01.2005	13:06	39.27	34.24	5	3.4
20.12.2004	16:50	39.07	33.84	5	3.2
20.12.2004	03:41	39.03	33.81	3	3.6
10.12.2004	21:15	39.24	33.42	5	3.3
29.11.2004	19:47	39.59	33.90	6	2.9
27.11.2004	16:03	38.84	33.09	2	2.8
12.11.2004	11:24	38.41	33.95	5	2.8
03.10.2004	00:32	38.98	33.41	11	3.2
01.10.2004	12:28	38.61	34.69	59	2.9
28.08.2004	07:07	39.30	34.21	17	3.0
24.07.2004	17:56	39.42	33.81	4	2.9
21.07.2004	13:38	39.64	33.89	5	3.0

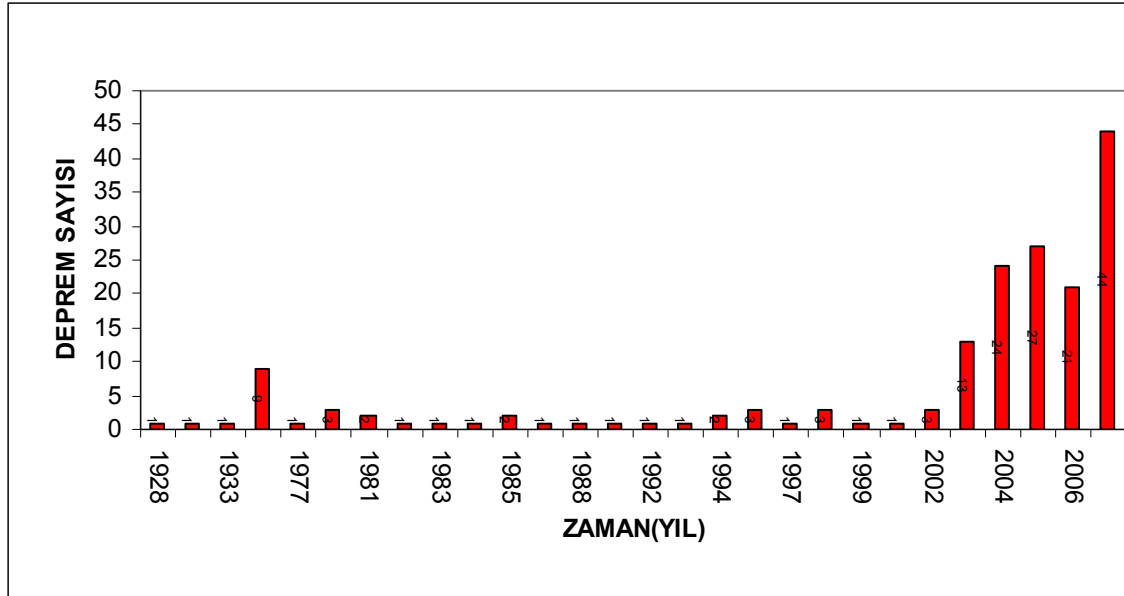
Tablo 4.2. 05.07.1928 - 31.12.2007 tarihleri arasında Kırşehir ve çevresinde meydana gelen  $m \geq 2.0$  olan depremlerin listesi.

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik
11.07.2004	17:25	38.40	34.23	8	3.0
28.06.2004	14:41	39.91	33.85	6	3.0
17.06.2004	15:54	39.58	33.57	3	3.0
16.06.2004	14:20	39.05	34.90	19	2.8
24.05.2004	02:23	38.95	33.72	8	3.3
22.05.2004	13:54	39.52	33.47	12	2.9
22.05.2004	09:53	39.44	34.01	4	3.0
18.05.2004	08:07	39.46	34.00	9	3.1
26.04.2004	14:19	39.24	34.13	8	3.0
13.04.2004	11:59	38.83	33.19	12	3.1
18.02.2004	15:56	38.97	33.44	5	3.5
19.01.2004	09:41	39.74	33.54	6	2.9
10.12.2003	16:54	39.65	33.40	7	2.9
11.11.2003	00:47	39.87	34.03	7	2.8
02.11.2003	03:36	38.38	34.37	5	3.3
01.11.2003	19:40	38.43	34.35	5	3.8
31.10.2003	12:16	39.59	33.61	5	3.1
23.10.2003	02:45	39.41	33.30	5	3.3
04.10.2003	12:09	39.56	33.59	5	2.9
19.09.2003	12:27	38.69	34.78	15	3.1
15.09.2003	21:00	39.93	34.04	7	3.0
27.08.2003	11:31	39.11	34.28	10	3.2
06.08.2003	14:04	39.13	34.27	5	3.0
12.05.2003	06:50	39.75	34.10	14	3.1
18.01.2003	20:11	39.22	33.92	5	3.4
13.12.2002	13:43	39.06	33.76	6	3.2
18.07.2002	13:37	38.74	33.82	32	3.4
18.07.1999	10:51	38.56	33.74	0	3.6
16.09.1998	08:15	39.53	34.77	0	3.4
07.09.1998	10:49	39.65	33.97	14	3.6
07.03.1998	05:48	39.09	34.14	0	3.5
02.03.1997	21:07	38.61	34.19	8	3.4
30.09.1996	21:26	39.57	34.03	34	3.0
06.08.1996	00:50	39.11	34.38	5	3.6
16.04.1996	14:11	39.76	33.49	7	3.4

Tablo 4.2. 05.07.1928 - 31.12.2007 tarihleri arasında Kırşehir ve çevresinde meydana gelen  $m \geq 2.0$  olan depremlerin listesi.

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik
11.03.1994	08:15	38.51	33.67	0	3.8
24.01.1994	08:31	39.35	33.46	5	3.6
11.12.1993	05:21	38.51	33.45	8	3.3
18.11.1991	19:48	38.90	33.42	10	3.9
17.07.1988	23:40	38.99	33.84	10	2.7
20.10.1986	01:47	39.50	34.52	10	3.7
28.10.1984	05:01	38.82	34.99	77	3.3
19.01.1982	01:10	39.88	34.21	10	3.5
14.05.1981	04:37	39.23	33.21	10	3.9
01.04.1978	03:05	38.89	34.16	10	3.5
24.04.1977	20:49	39.20	33.50	0	3.1

- 1) 01.01.1900-31.12.1997 tarihleri arasındaki veriler ISC Kataloglarından
- 2) 01.01.1998 yılından sonraki veriler DAD (Deprem Araştırma Dairesi) verilerinden derlenerek Sismoloji Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanmıştır.



Şekil 4.4. (38.00-40.00) K- (33.00-35.00) D koordinatları ile sınırlanan bölgede,01.01.1928-

31.12.2007 tarihleri arasında büyüklüğü 2.0' den büyük depremlerin yıllara göre dağılımı.

Orta Anadolu’ da ayrıntısı, dış merkezinin kesin yeri ve büyüklüğü tam olarak bilinmemekle birlikte, kayıtlarına erişilebilen 20 adet tarihsel deprem oluşmuştur [76]. Bu depremlerin magnitüdüleri 4.0 ile 6.6 arasında değişmektedir. Bölgedeki en şiddetli deprem 6.6 aletsel büyüklükte 19.04.1938 tarihinde meydana gelmiştir. Bu depremin dış merkezi Kaman Keskin arasında Akpınar civarında belirlenmiştir. Bu depremde 10 km uzunluğunda bir yüzey kırığı meydana gelmiştir ve fayın karakterinin belirlenmesine yardımcı olarak özellikler ortaya çıkmıştır. Bu deprem bölgede büyük hasara yol açmış ve 146 kişinin ölümüne neden olmuştur [77].

Anadolu’ nun bu kesimindeki fayların ürettikleri depremler konusunda bilgiler tam değildir. Bu kapsamda depremlerin hangi aralıklarla tekrarlandığı bilinmemektedir. Bilinmesi gereken en önemli husus, yörede kuzeybatı- güneydoğu doğrultusunda uzanan fayların birçoğunun aktif olduğu ve deprem riski taşıdıklarıdır. Bayındırlık Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü 1996 yılı Türkiye Deprem haritasında Kırşehir ili yerleşim alanı birinci derece deprem bölgesindedir.

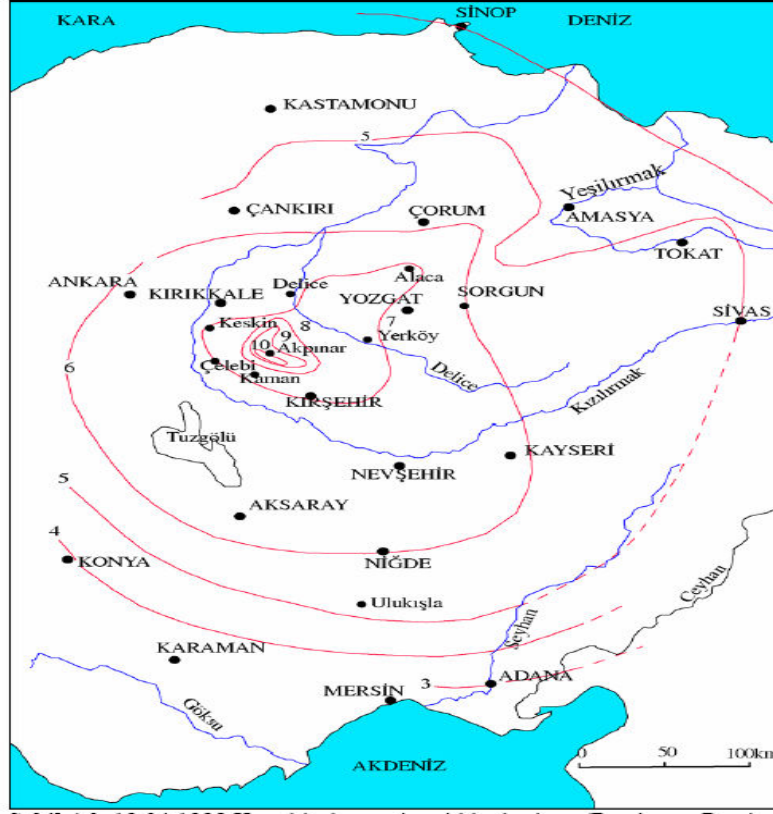
#### **4.3.1. 19.04.1938 Akpınar Depremi (M=6.6)**

19.04.1938 tarihinde Taşkovan-Akpınar arasında aletsel büyüklüğü 6.6 olan deprem olmuştur. Akpınar depremine bağlı olarak oluşan kırık, Akpınar ilçesinin yaklaşık iki km kadar kuzeyinden başlayarak granitlerin içinde K60B doğrultusunda Sofrazlı köyüne kadar uzandıktan sonra K50B doğrultusunda Taşkovan köyüne kadar uzanmaktadır. Bu kırık hattında yaklaşık olarak 30 cm ulaşan yanal atımlar belirlenmiş ve fayı, sağ yanal doğrultu atımlı fay olarak tanımlanmıştır [72-77]. Ayrıca fayın fay düzlemi çözümü de fayın sağ yanal atımlı bir fay olduğunu ortaya koymuştur [78]. Depremin aletsel dış merkezi, 39.44K-33.79D (DAD) arasında olduğu saptanmıştır. Aynı deprem USGS verilerine göre 39.60K-33.70D (NOAA) ve Ms=6.8 olarak belirlemiştir. Orta Anadolu’ da meydana gelen depremler tablo 4.3’ te verilmiştir.

Tablo 4.3. 240-1900 yılları arasında Orta Anadolu’ da oluşmuş tarihsel depremler [76].

Tarih(yıl/ay/gün)	Koordinatlar	Yer	Şiddet
240		Kayseri-Sivas	IX
1104		Niğde	iX
1190	37.15-33.20	Karaman-Konya	Viii
1205	38.70-35.50	Kayseri	VIII
1168.08.12		Beypazarı	
1168.08.15		Ankara	
1695.01.01		Sivas	
1704.06.09		Kayseri	
1706.12.26		Konya	
1714		Kayseri	VII
1717.05.09	38.70-35.50	Kayseri	VIII
1754.09.16	39.75-37.00	Kangal(Sivas)	VII
1779.03.14		Divriği(Sivas)	
1794.07.18		çorum	
1835.08.23	38.30-35.50	Develi(Kayseri)	VIII
1845	40.60-33.60	Çankırı	V
1866	33.80-31.90	Ilgın(Konya)	VI
1871		Konya	VI
1888		Çankırı	V
1897.07.02	39.75-31.10	Beylikahır (Eskişehir)	V

Bu depremin aletsel olarak saptanan koordinatları ile Akpınar ilçesi arasında yaklaşık olarak 10 km’ lik uzaklık söz konusudur. Depremin gözlemsel merkezi (şiddete dayanan), Akpınar, Hacıselimli, Taşkovan arasındaki bölgede meydana gelmiştir. Köşker, Deveci, Alışar, Hanyeri, Tatarilyas, Homurlu, Çürükler, Pala, Hüyük, Gölhüyük köylerinde evler tamamen yıkılmış veya kullanılamaz duruma gelmiştir. Bu depremde 3860 bina yıkılmış veya kullanılamaz duruma gelmiş ve 146 can kaybı olmuştur. Ana şok saat 13.00 civarında meydana gelmiş, fakat esas can ve mal kaybı 20 Nisan’ da saat 1:25 ile 1:27 saatleri arasında oluşan artçı depremler sonrasında etkili olduğu sanılmaktadır [73]. Artçı depremler tablo 4.4’ de verilmiştir.



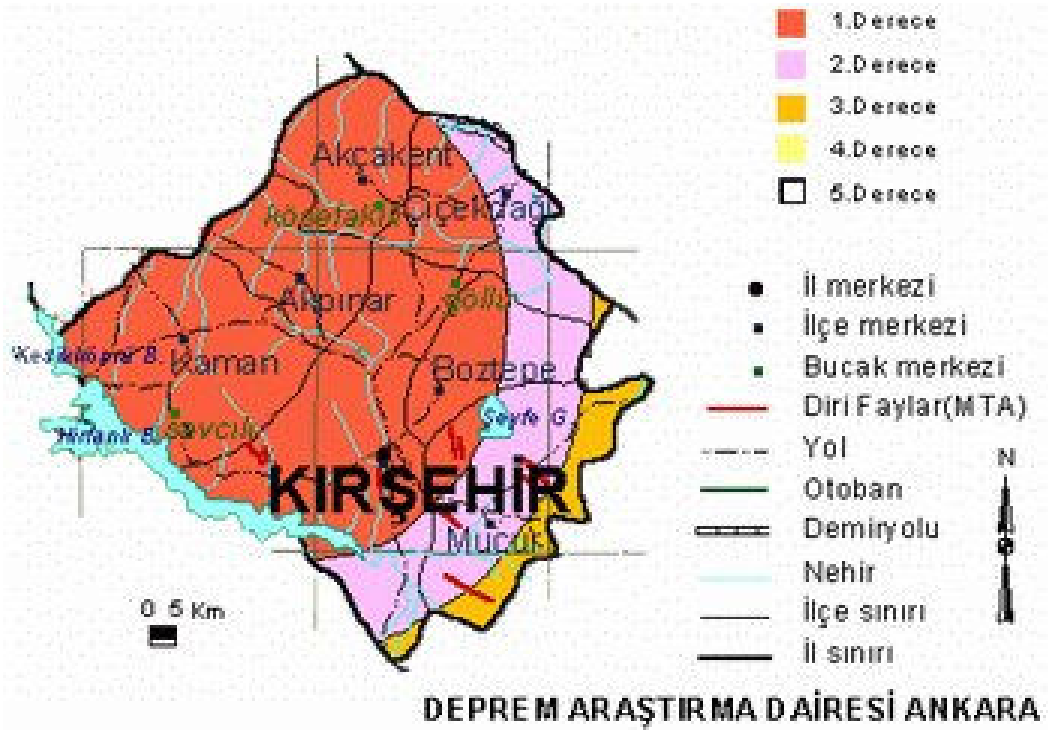
Şekil 4.5. 19.04.1938 Kırşehir eşsiddeti haritası [73].

Tablo 4.4. 19.04.1938 Akpınar depreminde sonra (39-40)K ve (33-34)D koordinatları ile sınırlı olan bölgede depremden sonra 8 aylık dönemde gelişen artçıl depremler.

No	Tarih	Kaynak	Zaman (GMn)	Enlem	Boylam	Derinlik	Büyükük
1	19.04.1938	KOERİ	23:11	39.6500	33.8700	30.0	5.00
2	27.04.1938	KOERİ	10:40	39.8900	34.1000	10.0	4.60
3	14.05.1938	KOERİ	04:45	39.7400	33.5500	10.0	4.80
4	14.05.1938	KOERİ	06:55	39.5000	33.7000	00.0	4.70
5	28.05.1938	KOERİ	00:05	39.4000	33.8100	30.0	4.90
6	21.07.1938	KOERİ	21:56	39.5600	33.6800	10.0	5.00
7	16.12.1938	KOERİ	11:03	39.5200	33.9100	10.0	4.80
8	23.12.1938	KOERİ	01:32	39.5000	33.5000	00.0	4.20

#### 4.4. Kırşehir İli Depremsellik İle İlgili İstatiksel Çalışma

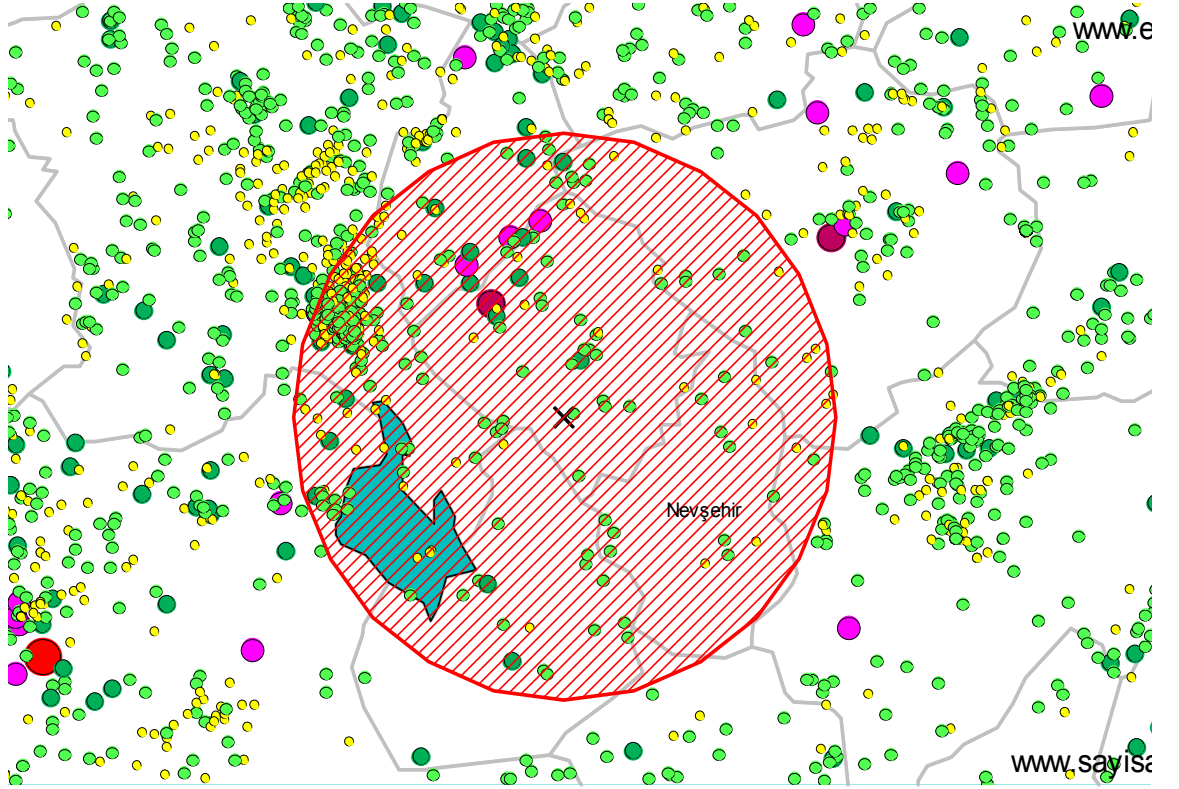
Kırşehir ili ve çevresi 18 Nisan 1996 tarih ve 96/8109 sayı ile yürürlüğe giren T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Türkiye Deprem Haritasına Göre 1. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.6. Kırşehir il haritası.

Bu çalışmada, Kandilli Rasathanesi tarafından internete aktarılmış olan, 1928' den beri ülkemiz sınırları içinde ölçülmekte olan deprem manyitütlerinden, Kırşehir merkez ve 100 km yarıçapa sahip olan bir alan taranarak sismotektonik bölge olarak kabul edilmiştir. Bu bölgenin yıllık en büyük değerleri elde edilmiş ve farklı dağılım modelleri kullanılarak frekans analizi uygulanmıştır. Bu çalışmada; 1928-2007 yılları arasında bu bölgeye ait yıllık maksimum deprem manyitüdüleri seçilerek, maksimum olasılık (ML), ve olasılık ağırlıklı momentler( PWM) yöntemlerine göre parametreleri hesaplanmış olan, Log Normal-3, Genel Extrem ve Log Pearson -3 dağılımları kullanılmıştır (Şekil 4.7). Elde

edilen değerler hem grafik üzerinde hem de sayısal olarak verilmiştir. Ayrıca Kırşehir yöresinin tektonik yapısı ve depremselliği de çalışma kapsamında ortaya konulmuştur.



şekil 4.7. Kırşehir İl merkezinin 100 km. yarıçapındaki etki alanındaki depremleri gösteren harita [10].



#### 4.4.1 Deprem Büyüklükleri Frekans Analizi

Kandilli rasathanesince 1900 yılından beri kaydedilen ve yayınlanan Richter ölçeğinde noktasal deprem şiddetleri donelerinden, ülkemizde herhangi bir beldeyi çevreleyen 50 km veya 100 km yarıçapında belirli bir coğrafik alan içinde kalan değerleri alınıp, bunlardan bir yıl içinde hissedilmeyecek kadar küçük şiddetliler ayıklanarak, gözlenmiş yıllık maksimum deprem şiddetleri örnek serisi elde edilmiştir. Herhangi bir yıl içinde meydana gelen çok sayıdaki depremden en büyük şiddetlisi o yılın maksimum deprem şiddetidir ve her bir yıl için bir değer olarak alınmıştır. Böyle bir seriye, uygunluk testleri yardımıyla veya tecrübe ile seçilen bir olasılık dağılım modeli uydurularak, bir yıl içindeki aşılma olasılığı ile maksimum deprem şiddeti değeri arasındaki ilişki tablo veya kümülatif olasılık eğrisi olarak elde edildi. Kayıt süresi içinde hissedilmeyecek değerde küçük şiddetli depremler toplam kayıt süresine oranı şiddetsiz depremlerin olasılığı olarak değerlendirilebilir. “Risk”, bir yapının karşı koyamayacağı şiddette bir depremin yapının ekonomik ömrü boyunca en az bir kez meydana gelme olasılığıdır ve kısaca binanın depremden dolayı yıkılma olasılığı olarak değerlendirilir. “Ortalama tekrarlanma periyodu”, bir yıl içindeki aşılma olasılığının tersine eşittir ve çok uzun zamanda o şiddette iki deprem arasında geçen zamanın ortalamasıdır.

Bir binanın kullanılmaya başladığı andan itibaren ekonomik ömrü süresince, karşı koyamayacağı, yıkılacağı şiddette bir depreme en az bir kez, diğer bir deyişle bir ve birden fazla, maruz kalma olasılığı “Risk” olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik ömrü süresince bir binanın en az bir kez dayanamayacağı kadar şiddetli bir depreme maruz kalma olasılığı, tabii ki tam bir kez maruz kalma olasılığından çok daha büyüktür. Dolayısıyla, “Risk”, gerçekçi bir yaklaşımla kritik depremin “en az bir kez” meydana gelme olasılığı olarak dikkate alınmaktadır [40].

Geçmişte meydana gelmiş depremlerin istatistiksel anlamlılıkta uzunluğu olan örnek serilerinin frekans analizi sonucu, ileride oluşacak depremlerin şiddetlerine karşılık olasılıkları hakkında sağlıklı tahminler yapılabilmektedir. Bu frekans analizi, depremin zamanını bilememekte fakat herhangi bir yıllık süreç içinde ve sürekli bir hizmet ömrü boyunca, aşılma veya küçük kalma olasılığını rasyonel bir biçimde tahmin edebilmektedir

[79]. “Deprem Yönetmeliği” olarak ta bilinen, Bayındırlık ve İskan Bakanlığının “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”inin “5.1 Amaç ve Genel İlkeler” alt bölümünün 5.1.2 no’ lu paragrafında, "Bu Yönetmelikte depreme dayanıklı bina tasarımının ana ilkesi, ..., şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir.” denmektedir. Takip eden 5.1.3 no lu paragrafında: “Bu Yönetmelikte esas alınan tasarım depremi, yukarıda 5.1.2’ de tanımlanan şiddetli depreme karşı gelmektedir. Bölüm 6, tablo 6.3’ te tanımlanan Bina Önem Katsayısı  $I = 1$  olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı %10’ dur” denmektedir [80].

Çalışmada 1928-2007 yılları arasında (80 yıl) meydana gelen depremlerin yıllık pikleri alınarak 28 doneden oluşan bir örnek seri oluşturulmuştur (Tablo 4.5). Bu 28 adetlik örnek serinin  $28/80=0.35$  lik kısmına istatistiksel frekans analizi uygulanmıştır. Fakat diğer 52 yılda ise depremlerin olmadığı dikkate alınarak bağıl frekans (sıfır deprem ihtimali)  $P_0=52/80=0.65$  bulunmuştur. Bağıl frekans değeri dikkate alınarak ölçeklendirilmiş tekerrür periyodu kullanılarak %10, %5 ve %1 risk değerleri için hesaplanmıştır (Tablo 4.6).

Tablo 4.5. Analizde kullanılan deprem büyüklük değerleri.

5.7-3.6-5.3-4.4-3.4-4.4-4.0- 3.6-3.6-4.2-4.3-4.7-4.0-4.9-6.6-4.7-5.0-4.5-3.4-3.6-3.8  
-3.3-3.9-2.7-3.7-3.3-3.5-3.1

$P_0=0.65$  (Bağıl frekansın 0,65 olması durumu)

**Risk %10 → R= 0,1**

$$1/\left\{1-\left[\frac{(1-0,1)^{0,02}-0,65}{1-0,65}\right]\right\} = 1/\left\{\left[1-\frac{0,347895}{0,35}\right]\right\}$$

$$\Rightarrow \left\{ 1/0,00601 \right\} = 166 \text{ Yıl}$$

**Risk %5 → R= 0,05**

$$1/\left\{ 1 - \left[ \frac{(1 - 0,05)^{0,02} - 0,65}{0,35} \right] \right\} = \left\{ 1/0,0029295 \right\} = 341 \text{ Yıl}$$

**Risk %1 → R= 0,01**

$$1/\left\{ 1 - \left[ \frac{(1 - 0,01)^{0,02} - 0,65}{0,35} \right] \right\} = \left\{ 1/0,000574 \right\} = 1742 \text{ Yıl}$$

Tablo 4.6. Bağlı frekansa bağlı olarak hesaplanmış tekerrür periyotları tablosu.

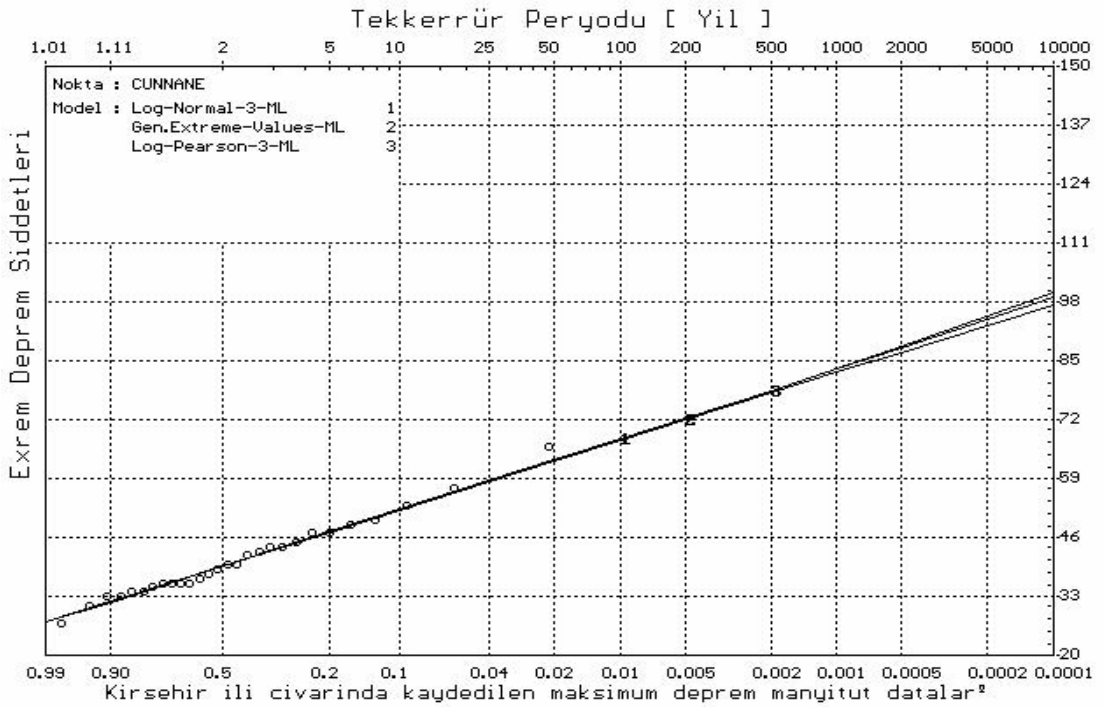
	%10 Risk	%5 Risk	%1 Risk
Bağlı frekansın 0,65 olması durumunda tekerrür periyodu	166	341	1742

Elde edilen tekerrür periyotları tablo 4.6' da verilmiş olup 50 yıllık hizmet ömrü kabul edilen yapılar için, deprem olmayan yılların olasılıkları da göz önünde bulundurularak, % 10 risk değerlerine karşılık gelen ortalama tekerrür periyodu 166 yıl olarak bulunmuştur. Bilindiği gibi, herhangi bir yılda deprem meydana gelmeme olasılığı sıfır olarak kabul edildiği vakit, 50 yıllık hizmet ömrü içinde en az bir kez geçilmesi olasılığı, kısaca riski % 10 olan kritik deprem şiddetinin ortalama tekerrür periyodu 475 yıldır. Sıfır veya sıfıra çok yakın şiddette deprem içeren yılların olasılığının yaklaşık %65 olması, tasarım depremi ortalama tekerrür periyodunun 475' ten 166' ya inmesine sebep olmaktadır. Bu da az da olsa, tasarım depremi şiddetinin biraz küçülmesine sebep olur.

Tablo 4.7. Maksimum-olabilirlik yöntemine göre risk değerlerine karşılık gelen deprem büyüklükleri.

Olasılık Dağılımları	%10 Risk	% 5 Risk	%1 Risk
Log- Normal-3	7.1	7.6	8.7
Genel Ekstrem	7.0	7.6	8.8
Log- Pearson-3	7.0	7.4	8.6

1928-2007 yılları arasında yapılan sismik gözlemlerden yararlanarak elde edilen parametreler kullanılarak Maksimum Olabilirlik (ML) yöntemi ile, Log- Normal-3, Genel Ekstrem, Log- Pearson-3 dağılımları kullanılarak (Şekil 4.8) grafik elde edilmiştir. Tüm grafikler ek-1’ de verilmiştir.

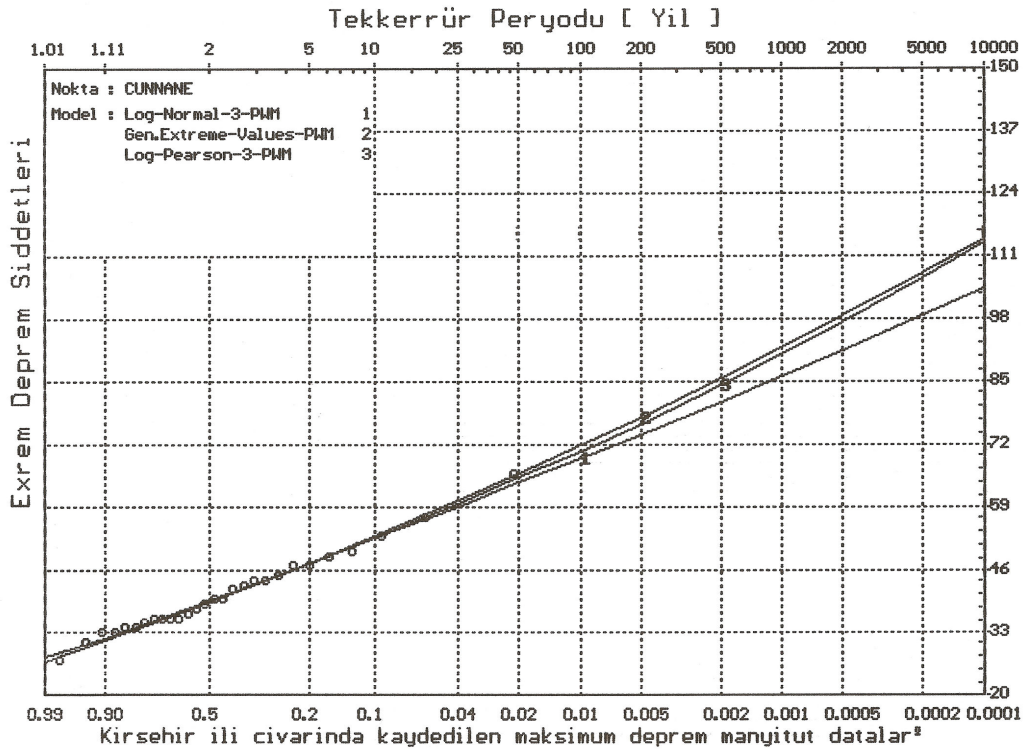


Şekil 4.8. Tekerrür periyodu – deprem şiddeti ilişkisi (maksimum olabilirlik yöntemiyle).

1928-2007 yılları arasında yapılan sismik gözlemlerden yararlanarak elde edilen parametreler kullanılarak PVM yöntemi ile, Log- Normal-3, Genel Ekstrem, Log- Pearson-3 dağılımları kullanılarak şekil 4.8 elde edilmiştir

Tablo 4.8. Olasılıksal ağırlıklı momentler (PWM) yöntemine göre risk değerlerine karşılık gelen deprem büyüklükleri

Olasılık Dağılımları	%10 Risk	% 5 Risk	%1 Risk
Log- Normal-3	7.2	7.9	9.0
Genel Ekstrem	7.6	8.2	9.8
Log- Pearson-3	7.5	8.1	9.5



Şekil 4.9. Tekerrür periyodu – deprem şiddeti ilişkisi (ağırlıklı momentler yöntemiyle)

#### 4.5.Sonuçlar

Kırşehir İç Anadolu Bölgesinin Orta Kızılırmak bölümünde yer alır. Yüzölçümü 6665 km<sup>2</sup> dir. Bir paralel kenarı andıran ilin toprakları ülke topraklarının binde 8' i inin oluşturmaktadır. İç Anadolu Bölgesi matematiksel konumu, 38°50' kuzey enlemleri, 33°30' -34°50' Doğu boylamları arasındadır. Kırşehir ortalama yüksekliği 1000m ye ulaşan geniş bir yayla görünümündedir. Kırşehir masifi olarak ta adlandırılan bu plato; üzerinde Seyfe gölü kapalı havzası yer alır. Kırşehir bölgesi başlıca kuzeybatı- güneydoğu doğrultusunda uzanan bir fay zonu üzerinde yer alır.

Orta Anadolu' da yer alan Kırşehir ve yakın dolayı deprem üretme potansiyeli bakımında ilginç bir konuma sahiptir. Bu bölgede genelde doğrultu atımlı faylara bağlı olarak depremler oluşmaktadır. Kıta içi bir bölgede yer alan Kırşehir ve yakın civarında aletsel kayıtların alınmaya başladığı 1900 yılından günümüze kadar geçen zaman içerisinde Kırşehir merkez ve 100 km çevresinde ( $M \geq 2$ ) 171 adet deprem meydana gelmiştir (KOERİ: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi kataloglarından derlenmiştir). Bu koordinatlar arasında kalan bölgede meydana gelen depremler genelde kuzeybatıda Kırıkkale' ye yakın bir bölgede yoğunlaşmaktadır ve KD-GB yönünde bir dizilim göstermektedir. Bu da Kırıkkale' nin KD' sunda yer alan Ezine pazarı Fayı ile ilişkilidir. Kırşehir ve Akpınar ilçesi yakınlarında ise bu bölgeye nazaran daha az sıklıkla depremler oluşmaktadır. Bölgedeki en şiddetli deprem 6.6 aletsel büyüklükte 19.04.1938 tarihinde meydana gelmiştir. Bu depremin dışmerkezi Kaman Keskin arasında Akpınar civarında belirlenmiştir. Bu depremde 10 km uzunluğunda bir yüzey kırığı meydana gelmiştir ve fayın karakterinin belirlenmesine yardımcı olarak özellikler ortaya çıkmıştır. Bu deprem bölgede büyük hasara yol açmış ve 146 kişinin ölümüne neden olmuştur.

Bu çalışmada, Kandilli Rasathanesi tarafından internete aktarılmış olan, 1928' den beri ülkemiz sınırları içinde ölçülmekte olan deprem manyitüdlerinden, Kırşehir merkez ve 100 km yarıçapa sahip olan bir alan taranarak sismotektonik bölge olarak kabul edilmiştir. Bu bölgenin yıllık en büyük değerleri elde edilmiş ve farklı dağılım modelleri kullanılarak frekans analizi uygulanmıştır [37]. Bu çalışmada; Maksimum Olabilirlik(ML) ve Olasılık Ağırlıklı Momentler (PWM) yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlere göre parametreleri

hesaplanmış olan, LOG-normal-3, Genel Extrem ve Log-Pearson-3 dağılımlarından faydalanılmıştır. 1928-2007 yılları arasında bu bölgeye ait yıllık maksimum deprem manyitüdüleri seçilerek, maksimum olabilirlik(ML), ve olasılık ağırlıklı momentler( PWM) yöntemlerine göre parametreleri hesaplanmış olan, Log Normal-3, Genel Extrem ve Log Pearson -3 dağılımları kullanılmıştır. Elde edilen değerler hem grafik üzerinde hem de sayısal olarak verilmiştir. Ayrıca Kırşehir yöresinin tektonik yapısı ve depremselliği de çalışma kapsamında ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak; Kırşehir ili deprem risk analiz hesaplarında, il çevresinde 100 km. yarıçapa sahip olan bir alan sismotektonik bölge kabul edilmiş ve 1928-2007 yılları arasındaki 80 yıllık sürede bu bölgede yapılan sismik gözlemlerden elde edilen kayıtlı yıllık ekstrem deprem şiddetleri serilerine frekans analizi uygulanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda; ekonomik ömrü 50 yıl olan ve %10 risk taşıdığı kabul edilen mühendislik yapıları için dayanmaları gereken deprem büyüklükleri, Maksimum Olabilirlik Yöntemine göre Log- Normal-3, Genel Ekstrem ve Log- Pearson-3 e göre sırasıyla; 7.1, 7.0, 7.0 olarak bulunmuştur. Olasılık Ağırlıklı Momentler (PWM) yöntemine göre Log- Normal-3, Genel Ekstrem ve Log- Pearson-3 e göre sırasıyla; 7.2, 7.6, 7.5 bulunmuştur.

## 5. BÖLÜM

### KIRŞEHİR (MERKEZ) YERLEŞİM ALANI MİKROBÖLGELEME ÇALIŞMASI

Yerel zeminlerin dinamik parametrelerinin bir bölgedeki değişiminin incelenmesi amacıyla ikinci aşama yöntemler kapsamındaki mikrobölgeleme çalışmalarında arazi geoteknik deneyleri, geoteknik sismik deneyler ve mikrotremor ölçümleri yapılır. Bu bölümde ikinci aşama yöntemler ile yapılacak mikrobölgeleme çalışmasında kullanılmak üzere analitik çalışmalar ile Kırşehir' in yerel zemin koşulları araştırılarak zemin büyütme özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

#### 5.1. Kırşehir İli İle İlgili Zemin Araştırmaları

Çalışmada Kırşehir Belediyesi tarafından yaptırılan 119 sondaj kuyusuna ait sondaj logları, özel firmalara yaptırılan 66 adede parselde esas zemin etüt raporları ve Belediye tarafından Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliğine yaptırılan mikrotremor ölçümlerinden yararlanılmıştır. Bu raporlar değerlendirilerek 2006 tarihli Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmenlik esaslarına göre Kırşehir' deki yerel zemin sınıfları belirlenmiştir. Sonra bütün sondaj noktalarındaki SPT deneylerinden elde edilen SPT-N sayılarının bölgedeki değişimleri detaylı olarak incelenmiştir. Penetrasyon deneylerinden zemin rijitliklerinin belirlenmesi için tabaka kalınlıklarına göre ağırlıklı ortalamaları göz önünde bulundurularak eşdeğer SPT-N sayısı hesaplanmıştır. Daha sonra ise SPT-N sayısı İyisan (1996) bağıntısı ile derinlik boyunca kayma dalgası hızları hesaplanmış ve üst 30 m kabulü ile yine tabaka kalınlıklarına göre ağırlıklı ortalamaları alınarak eşdeğer kayma dalgası hızları bulunmuştur. Hesaplanan bu eşdeğer kayma dalgası hızlarından da Midorikawa (1987) bağıntısı ile zemin büyütmeleri belirlenmiştir. Ayrıca sismik kırılma deneyinden elde edilen kayma dalgası hızı kullanılarak bulunan zemin hakim periyotları, zemin



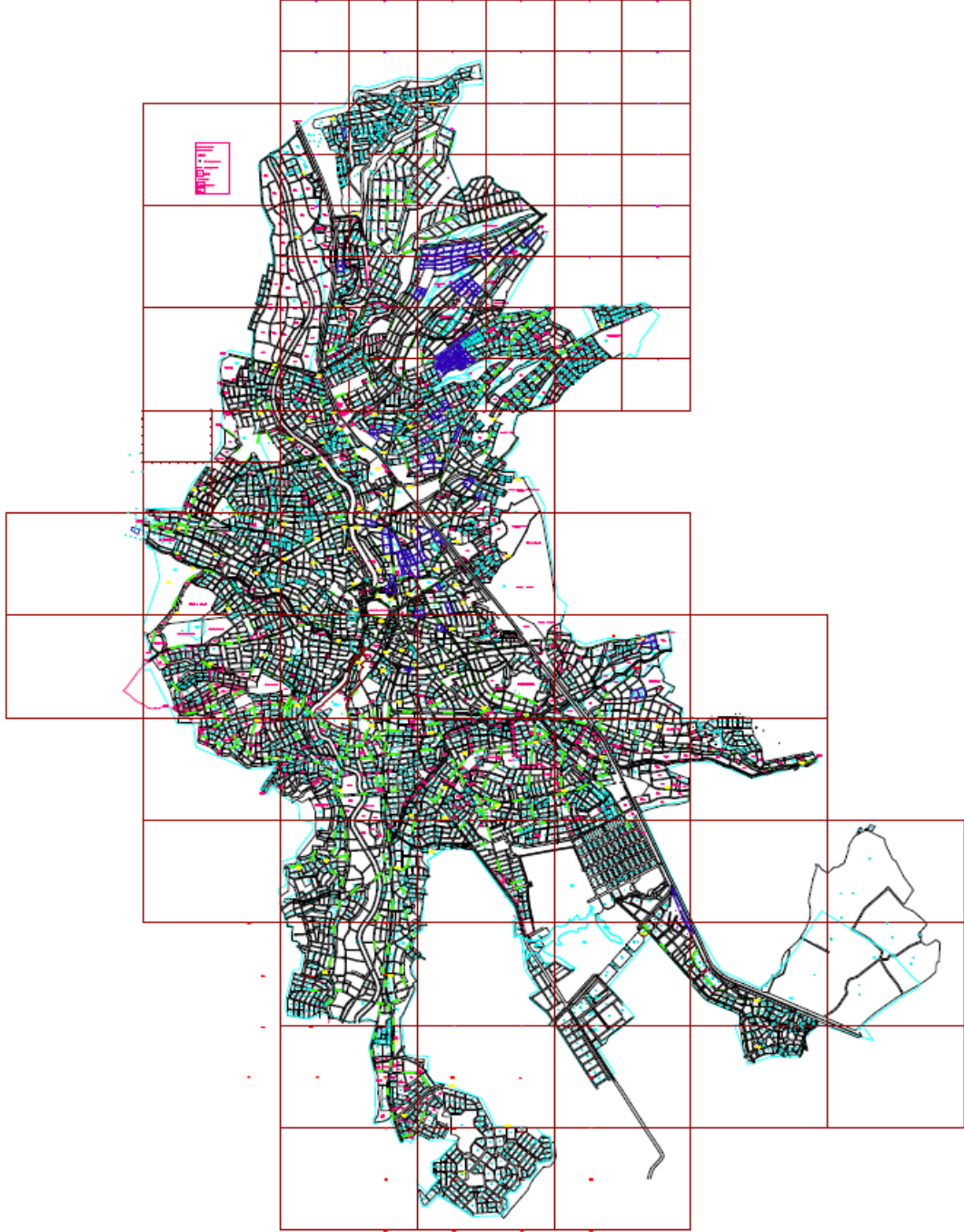
büyütmeleri değerleri, SPT-N' den bulunan değerlerle karşılaştırılmış ve zemin büyütmesine göre mikrobölgeleme haritası oluşturulmuştur.

## **5.2. Temel Sondajları**

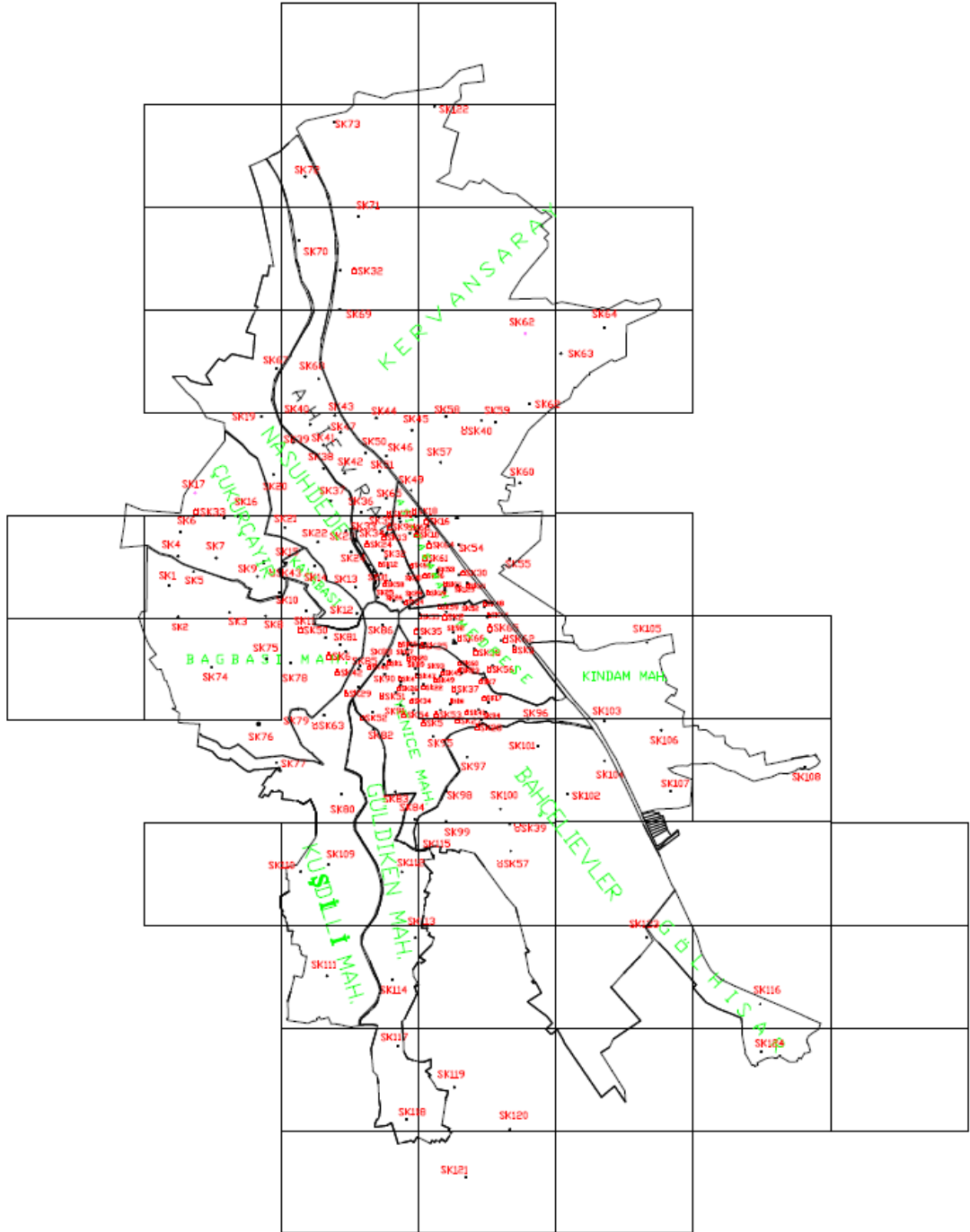
Kullanılacak olan temel sondajlarının 119 adedi Kırşehir Belediye Başkanlığı tarafından diğerleri ise özel firmalar tarafından yapılmıştır. Sondajların numarası, derinlikleri ve ölçülen yeraltı suyu derinlikleri tablo 5.1' de verilmiştir. Sondaj kuyularının açılması sırasında geçilen zemin tabakalarının alt ve üst derinlikleri, numune alınan seviyeler, yeraltı suyu seviyesi ve diğer tüm gözlemler ile değerlendirmeler Sondaj yerleri ve derinliklerinin seçimi, jeolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki değişimlerinin belirlenmesi ve yapısal bozuklukların ortaya çıkarılması göz önüne alınarak yapılmıştır. Sondaj yerleri şekil 5.2' de gösterilmiştir.

### **5.2.1. Standart Penetrasyon Deneyleri**

Temel sondajları sırasında, ince taneli zeminleri kıvamını ve iri taneli zeminlerin sıklığını belirlemek amacıyla her 1,5-2,0 m de bir SPT deneyi yapılmaktadır. Deney sırasında dış çapı 2 inç, iç çapı 1, 3/8 inç olan standart tip boyuna yarık numune alıcının 63,5 kg ağırlığındaki şahmerdanın 0,76 m yükseklikten serbest düşmesi ile zemine 0,15 m lik kademeler halinde toplam 0,45m çakılması için gerekli darbe sayısı tespit edilmektedir. İlk 0,15 m lik kademeler halinde toplam 0,45 m çakılması için gerekli darbe sayısı tespit edilir. İlk 0,15 m lik okuma, oturma kademesi olarak alınır ve son iki kademedeki darbe sayısı toplamı zeminin penetrometre direnci (N) olarak kayıt edilir. Temel sondaj kuyularındaki SPT-N değerlerinin derinlikle değişimi ek-2' de sondaj arazi cetvellerinde gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Kırşehir ili mahalle yerleşim planı.



Şekil 5.2. Sondaj yerleri.

Alınan sondajlar sırasında; geçilen zeminlerin fiziksel, sınıflama, dayanım ve oturma özelliklerini incelemek amacı ile her 3,00 m de bir cidarlı 89 mm dış çaplı Shelby tüpü ile hidrolik baskı uygulanarak UD (örselenmemiş) numuneler alınmaya çalışılmıştır. Üst Pliyosene ait katı kıvamdaki ince taneli zeminler ile iri taneli zeminlerde çakıl nedeni ile Shelby tüpü ile UD numuneleri alınamamıştır. TS 1901 Türk Standardı' na uygun olarak alınan tüp numunelerin alt ve üstü düzeltilerek parafinlenmiş ve etiketlenerek laboratuara teslim edilmiştir. UD (örselenmemiş numune) alınan seviyeler sondaj arazi cetvellerinde görülmektedir.

SPT yapılan seviyelerde, boyuna yarık numune alıcının içinden çıkan zeminler örselenmiş numune olarak alınmış, doğal su içeriği ve sınıflama deneylerinde kullanmak üzere iç içe naylon torbalar içerisinde muhafaza edilerek laboratuara gönderilmiştir. SPT yapılan derinlikler toplu olarak sondaj arazi cetvellerinde gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Kırşehir yerleşim alanında yapılan sondajların; yeri, derinliği, YASS değerleri ile zemin grubu ve cinsi.

Sondaj No	Sondaj Yeri		İmar Planında	Sondaj Derinliği	Yer altı Su Seviyesi (m)	TDY	
	İlçe	Mahalle	Yeri			Gurubu	Sınıfı
SK1	Merkez	Bağbaşı Mah.	Üniversite Alanı	6.45	-	C	Z3
SK2	Merkez	Bağbaşı Mah.	Cezaevi Alanı	7.85	-	B	Z2
SK3	Merkez	Bağbaşı Mah.	947-940 sokak arası	6.45	-	B	Z2
SK4	Merkez	Çukurayır Mah.	3294 Ada	10.62	1.80	C	Z3
SK5	Merkez	Bağbaşı Mah.	Şehit Necdet Y. Cad. Park Alanı	12.45	2.90	B	Z2
SK6	Merkez	Çukurayır Mah.	855-894 Sokak Arası	13.00	2.60	D	Z4
SK7	Merkez	Çukurayır Mah.	4373 Ada	18.45	1.30	C	Z3
SK8	Merkez	Bağbaşı Mah.	3395-3908 Ada Arası	10.95	-	B	Z2
SK9	Merkez	Çukurayır Mah.	1868 Ada 1 Parsel	16.95	2.60	C	Z3
SK10	Merkez	Çukurayır Mah.	887-888 Sokak Arası	19.95	1.10	D	Z4
SK11	Merkez	Çukurayır Mah.	1717 Ada	15.43	3.40	D	Z4
SK12	Merkez	Kayabaşı Mah.	1316 Ada	9.04	2.80	D	Z4
SK13	Merkez	Nasuhdede Mah.	1441 Ada Yanı	16.95	5.75	C	Z3
SK14	Merkez	Kayabaşı Mah.	1382 Ada	18.45	3.30	C	Z3

Tablo 5.1. Kırşehir yerleşim alanında yapılan sondajların; yeri, derinliği, YASS değerleri ile zemin grubu ve cinsi.

Sondaj No	Sondaj Yeri		İmar Planında Yeri	Sondaj Derinliği	Yer altı Su Seviyesi (m)	TDY	
	İlçe	Mahalle				Guru	Sınıfı
SK15	Merkez	Kayabaşı Mah.	1255 Ada	13.77	2.80	D	Z4
SK16	Merkez	Çukurayır Mah.	2206 Ada 1 Parsel	6.02	-	D	Z4
SK17	Merkez	Çukurayır Mah.	846. sokok	9.45	-	B	Z2
SK19	Merkez	Nasuhdede Mah.	483-481 Sokak arası	9.45	0.70	D	Z4
SK20	Merkez	Nasuhdede Mah.	2588 Ada 6 Parsel	10.95	-	C	Z3
SK21	Merkez	Nasuhdede Mah.	2672 Ada	18.45	2.50	C	Z3
SK22	Merkez	Nasuhdede Mah.	2162 Ada	8.00	-	C	Z3
SK23	Merkez	Nasuhdede Mah.	1150 Ada	16.95	7.20	C	Z3
SK24	Merkez	Nasuhdede Mah.	Hacı Hasan Cad. Üzeri	13.95	6.15	C	Z3
SK25	Merkez	Ahi Evren Mah.	Kız Meslek Lisesi Alanı	12.45	2.35	D	Z4
SK26	Merkez	Ahi Evren Mah.	731. sokak Üstü	22.76	2.70	D	Z4
SK29	Merkez	Ahi Evren Mah.	574 Ada 1 Parsel	15.45	4.75	C	Z3
SK30	Merkez	Ahi Evren Mah.	1026 Ada 4 Parsel	10.95	1.80	D	Z4
SK31	Merkez	Ahi Evren Mah.	Rekreasyon Alanı	15.45	2.30	C	Z3
SK32	Merkez	Ahi Evren Mah.	891 Ada	12.45	1.80	D	Z4
SK33	Merkez	Ahi Evren Mah.	Resmi Tesis Alanı	18.45	1.50	D	Z4
SK34	Merkez	Ahi Evren Mah.	1145 Ada	7.85	4.00	B	Z2
SK35	Merkez	Ahi Evren Mah.	2961 Ada 3-4 Parsel	7.65	-	C	Z3
SK36	Merkez	Ahi Evren Mah.	703-704 Sokak Arası Park	15.45	2.80	D	Z4
SK37	Merkez	Nasuhdede Mah.	1874 Ada 4 Parsel	13.95	6.50	C	Z3
SK38	Merkez	Nasuhdede Mah.	Park Alanı	19.95	1.10	C	Z3
SK39	Merkez	Nasuhdede Mah.	İlyas Cad	10.95	3.30	C	Z3
SK40	Merkez	Ahi Evren Mah.	641-639 Ada Arası	16.78	1.20	D	Z4
SK41	Merkez	Ahi Evren Mah.	3937 Ada	12.23	1.40	D	Z4
SK42	Merkez	Ahi Evren Mah.	Park Alanı	25.95	2.10	C	Z3
SK43	Merkez	Ahi Evren Mah.	636-4389 Sokak arası	10.95	6.70	C	Z3
SK44	Merkez	Kervansaray Mah.	2219 Ada 7 Parsel	9.45	3.00	C	Z3
SK45	Merkez	Kervansaray Mah.	2199 Sok Park Alanı	10.95	-	B	Z2
SK46	Merkez	Kervansaray Mah.	940 Ada	12.45	3.10	B	Z2
SK47	Merkez	Nasuhdede Mah.	657 Sok	12.45	9.80	C	Z3
SK49	Merkez	Kervansaray Mah.	Köy Hizmetleri	9.10	-	C	Z3
SK50	Merkez	Ahi Evren Mah.	DSİ	15.45	1.00	C	Z3
SK51	Merkez	Ahi Evren Mah.	Belediye Hizmet Alanı	12.45	3.50	C	Z3
SK52	Merkez	Medrese Mah	742 ADA	7.78	-	B	Z2
SK53	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	1227 Ada	12.45	3.50	C	Z3
SK54	Merkez	Kervansaray Mah.	1588 Ada	10.95	-	C	Z3
SK55	Merkez	Kervansaray Mah.	1972 Sokak yanı	6.45	-	C	Z3
SK57	Merkez	Kervansaray Mah.	2476 Ada 2-3 Parsel	6.45	-	B	Z2
SK58	Merkez	Kervansaray Mah.	3380 Ada 5 Parsel	6.45	-	C	Z3

Tablo 5.1. Kırşehir yerleşim alanında yapılan sondajların; yeri, derinliği, YASS değerleri ile zemin grubu ve cinsi.

Sondaj No	Sondaj Yeri		İmar Planında Yeri	Sondaj Derinliği	Yer altı Su Seviyesi (m)	TDY	
	İlçe	Mahalle				Gurubu	Sınıfı
SK59	Merkez	Kervansaray Mah.	2074 Sok	7.95	-	C	Z3
SK60	Merkez	Kervansaray Mah.	Dinlenme Alanı Çevresi	6.06	-	C	Z3
SK63	Merkez	Kervansaray Mah.	3307 Ada 2 Parsel	6.00	-	B	Z2
SK64	Merkez	Kervansaray Mah.	4567 Ada 3 Parsel	6.03	-	C	Z3
SK65	Merkez	Ahievran Mah.	Dinlenme Alanı Üzeri	9.82	-	C	Z3
SK66	Merkez	Aşıkpaşa Mah..	1496 Ada	10.95	-	C	Z3
SK67	Merkez	Nasuhdede Mah.	515 Sok	12.45	2.70	D	Z4
SK68	Merkez	Ahievran Mah.		7.95	-	C	Z3
SK69	Merkez	Kervansaray Mah.	2591 Ada 2 Parsel	9.45	9.30	C	Z3
SK70	Merkez	Kervansaray Mah.	571 Sokak	10.95	1.20	D	Z4
SK71	Merkez	Kervansaray Mah.	4456 Ada	7.95	-	C	Z3
SK72	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	4586 Ada 9 Parsel	6.45	-	C	Z3
SK73	Merkez	Kervansaray Mah.	4435 Ada 14 Parsel	6.45	-	B	Z2
SK74	Merkez	Bağbaşı Mah.	4128 Ada 11 Parsel	6.10	-	B	Z2
SK75	Merkez	Bağbaşı Mah.	2433 Ada 5-6 Parsel	6.45	-	B	Z2
SK76	Merkez	Bağbaşı Mah.	Park Alanı	6.27	-	B	Z2
SK78	Merkez	Bağbaşı Mah.	641 Ada 1 Parsel	9.45	-	C	Z3
SK79	Merkez	Kuşdilli Mah.	390-366 Adaları arası	15.45	4.20	D	Z4
SK80	Merkez	Kuşdilli Mah.	T.N.K.A Alanı	12.10	7.60	D	Z4
SK81	Merkez	Bağbaşı Mah.	1062 Ada	10.95	3.50	C	Z3
SK82	Merkez	Güldiken Mah.	1367 Ada	9.45	6.00	C	Z3
SK83	Merkez	Yenice Mah	3677 Ada 4-7-8 Parsel	12.45	6.00	C	Z3
SK84	Merkez	Yenice Mah	2958 Ada 2 Parsel	10.90	3.00	C	Z3
SK85	Merkez	Kuşdilli Mah.	1228 Ada	10.75	2.70	C	Z3
SK86	Merkez	Kuşdilli Mah.	1324 Ada	11.45	2.90	D	Z4
SK87	Merkez	Yenice Mah.	1346 Ada	10.95	2.10	D	Z4
SK88	Merkez	Yenice Mah.	1415 Ada	16.95	2.60	D	Z4
SK89	Merkez	Yenice Mah.	518 Ada 4 Parsel	10.95	7.25	C	Z3
SK90	Merkez	Yenice Mah.	1432 Ada	13.95	4.80	C	Z3
SK91	Merkez	Yenice Mah.	1501 Ada	10.95	-	C	Z3
SK92	Merkez	Medrese Mah	66 Sokak	7.85	-	C	Z3
SK93	Merkez	Yenice Mah.	1166 Ada	9.45	-	C	Z3
SK94	Merkez	Yenice Mah.	1211 Ada	9.45	-	C	Z3
SK95	Merkez	Yenice Mah.	1842 Ada 6 Parsel	7.55	-	C	Z3
SK96	Merkez	Yenice Mah.	533 Ada 2 Parsel	12.45	3.10	C	Z3
SK97	Merkez	Bahçelievler	601 Ada	9.45	-	C	Z3
SK98	Merkez	Bahçelievler	1319 Ada	7.95	4.70	C	Z3

Tablo 5.1. Kırşehir yerleşim alanında yapılan sondajların; yeri, derinliği, YASS değerleri ile zemin grubu ve cinsi.

Sondaj No	Sondaj Yeri		İmar Planında	Sondaj Derinliği	Yer altı Su Seviyesi (m)	TDY	
	İlçe	Mahalle	Yeri			Gurubu	Sınıfı
SK99	Merkez	Bahçelievler	1659 Sokak	9.45	5.50	C	Z3
SK100	Merkez	Bahçelievler	717 Ada	9.45	4.80	C	Z3
SK101	Merkez	Bahçelievler	2891 Ada 1-9 Parsel	4.52	-	B	Z2
SK102	Merkez	Bahçelievler	2780 Ada	7.95	-	B	Z2
SK103	Merkez	Kindam Mah	3104 Ada 4-5 Parsel	6.45	-	C	Z3
SK104	Merkez	Bahçelievler Mah	2160 Ada 6 Parsel	7.95	-	C	Z3
SK105	Merkez	Kindam Mah	3743 ada 1 parsel	6.11	-	C	Z3
SK106	Merkez	Kindam Mah	1827 Sokak	6.45	-	C	Z3
SK107	Merkez	Kindam Mah	T.N.K.A Alanı	6.28	-	B	Z2
SK108	Merkez	Kindam Mah	Dere Üzeri	4.95	-	B	Z2
SK109	Merkez	Kuşdilli Mah.	Park Alanı	10.95	-	C	Z3
SK110	Merkez	Kuşdilli Mah.	4607 Ada	7.95	--	C	Z3
SK111	Merkez	Kuşdilli Mah.	1254 Sokak yanı	10.95	4.00	C	Z3
SK112	Merkez	Güldiken Mah	Sulu Dere Caddesi yanı	10.95	-	C	Z3
SK113	Merkez	Güldiken Mah	3281 Ada 7 Parsel	10.95	3.60	C	Z3
SK114	Merkez	Güldiken Mah	1482 Sokak yanı	6.45	-	B	Z2
SK115	Merkez	Güldiken Mah	4306 Ada 2 Parsel	6.05	-	B	Z2
SK116	Merkez	Göhlisar Mah	Sağlık Tesisi yanı	7.76	-	C	Z3
SK117	Merkez	Güldiken Mah	Ağaçlandırılacak Alan	10.95	-	C	Z3
SK118	Merkez	Güldiken Mah	3226 Ada	9.45	-	C	Z3
SK119	Merkez	Güldiken Mah	4023 Ada	10.95	-	C	Z3
SK120	Merkez	Güldiken Mah	4080 Ada yanı	10.95	-	C	Z3
SK121	Merkez	Güldiken Mah	4034 Ada yanı	7.95	-	C	Z3
SK122	Merkez	Kervansaray Mah.	4527 Ada 24 Parsel	7.53	-	C	Z3
SK123	Merkez	Bahçelievler Mah	4581 Ada	7.95	-	C	Z3
SK124	Merkez	Göhlisar Mah	1956 Sokak	6.20	-	B	Z2
SK125	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	974 Ada Yanı	7.95	-	D	Z4
ÖSK1	Merkez	Yenice Mah.	1415ada 9 parsel	10	3	D	Z4
ÖSK2	Merkez	Medrese Mah	1556 ada 19 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK3	Merkez	Medrese Mah	1142 ada 1 parsel	10	4	B	Z2
ÖSK4	Merkez	Yenice Mah.	936 ada 18 parsel	10	6	C	Z3
ÖSK5	Merkez	Yenice Mah.	1942 ada 15 parsel	10	8	B	Z2
ÖSK6	Merkez	Kayabaşı Mah.	1029 ada 4 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK7	Merkez	Yenice Mah.	1184 ada 4 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK8	Merkez	Yenice Mah.	2163 ada 2 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK9	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	809 ada 4 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK10	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	807 ada 7 parsel	10	-	B	Z2

Tablo 5.1. Kırşehir yerleşim alanında yapılan sondajların; yeri, derinliği, YASS değerleri ile zemin grubu ve cinsi.

Sondaj No	Sondaj Yeri		İmar Planında Yeri	Sondaj Derinliği	Yer altı Su Seviyesi (m)	TDY	
	İlçe	Mahalle				Gurubu	Sınıfı
ÖSK11	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	1752 ada 4 parsel	10	6	C	Z3
ÖSK12	Merkez	Ahievran Mah.	1364 ada 3 parsel	10	3	D	Z4
ÖSK13	Merkez	Ahievran Mah.	879 ada 39 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK14	Merkez	Ahievran Mah.	800 ada 20 parsel	10	4	C	Z3
ÖSK15	Merkez	Yenice Mah.	1357 ada 5-6-7 parsel	10	3	C	Z3
ÖSK16	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	1573 ada 22 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK17	Merkez	Yenice Mah.	1211 ada 2 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK18	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	1007 ada 3 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK19	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	1752 ada 3 parsel	10	7	C	Z3
ÖSK20	Merkez	Yenice Mah.	1561 ada 1-2 parsel	10	5	C	Z3
ÖSK21	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	976 ada 7-8 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK22	Merkez	Yenice Mah.	973 ada 6 parsel	10	9	C	Z3
ÖSK23	Merkez	Yenice Mah.	1858 ada 1-2 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK24	Merkez	Ahievran Mah.	978 ada 1 parsel	10	3	C	Z3
ÖSK24	Merkez	Ahievran Mah.	978 ada 1 parsel	10	3	C	Z3
ÖSK25	Merkez	Medrese Mah.	995 ada 19-20 parsel	10	8	B	Z2
ÖSK26	Merkez	Yenice Mah.	936 ada 4 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK27	Merkez	Yenice Mah.	2574 ada 4 parsel	10	6	B	Z2
ÖSK28	Merkez	Yenice Mah.	2574 ada 5 parsel	10	6	C	Z3
ÖSK29	Merkez	Kuidilli Mah.	1061 ada 9 parsel	10	8	D	Z4
ÖSK30	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	1011 ada 5 parsel	10	5	B	Z2
ÖSK31	Merkez	Yenice Mah.	809 ada 2 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK32	Merkez	Kervansaray Mah.	700 ada 6 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK33	Merkez	Çukurçayır Mah.	3853 ada 2 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK34	Merkez	Yenice Mah.	1452 ada 3 parsel	10	10	C	Z3
ÖSK35	Merkez	Medrese Mah.	625 ada 8 parsel	10	10	C	Z3
ÖSK36	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	1944 ada 13 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK37	Merkez	Yenice Mah.	1307 ada 8 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK38	Merkez	Medrese Mah.	1040 ada 3 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK39	Merkez	Bahçelievler Mah.	1387 ada 1 parsel	10	6	D	Z4
ÖSK40	Merkez	Kervansaray Mah.	184 ada 8-10-16-4 -6 parsel	10	6	C	Z3
ÖSK41	Merkez	Yenice Mah.	1211 ada 13 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK42	Merkez	Kuşdilli Mah.	1228 ada 3 parsel	7	5	C	Z3
ÖSK43	Merkez	Merkez	1987 ada 1 parsel	10	3,-3,5	D	Z4
ÖSK44	Merkez	Medrese Mah.	1034 ada 3 parsel	10	-	B	Z2



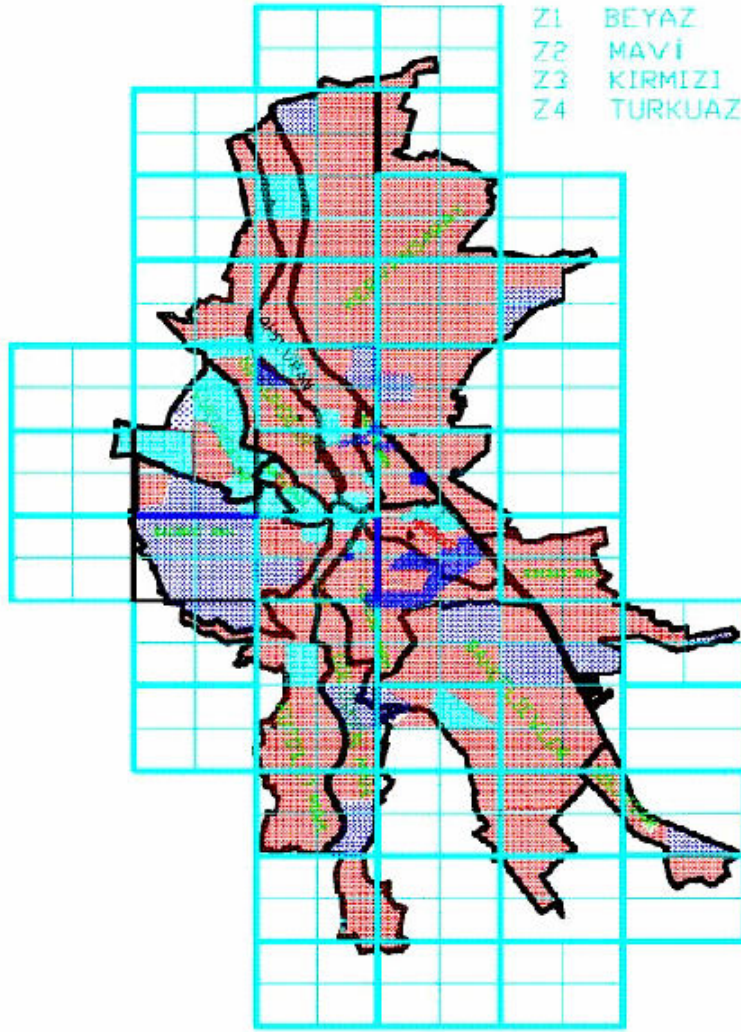
Tablo 5.1. Kırşehir yerleşim alanında yapılan sondajların; yeri, derinliği, YASS değerleri ile zemin grubu ve cinsi.

Sondaj No	Sondaj Yeri		İmar Planında Yeri	Sondaj Derinliği	Yer altı Su Seviyesi (m)	TDY Gurubu	Sınıfı
	İlçe	Mahalle					
ÖSK45	Merkez	Yenice Mah.	716 ada 5 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK46	Merkez	Yenice Mah.	818 ada 7 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK47	Merkez	Yenice Mah.	961 ada 5 parsel	10	5	C	Z3
ÖSK48	Merkez	Medrese Mah.	1035 ada 8 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK49	Merkez	Yenice Mah.	716 ada 5 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK50	Merkez	Bağbaşı Mah.	1062 ada 5 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK51	Merkez	Yenice Mah.	1069 ada 1 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK52	Merkez	Yenice Mah.	1163 ada 8-13-14 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK53	Merkez	Medrese Mah.	1209 ada 3 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK54	Merkez	Yenice Mah.	1216 ada 1 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK55	Merkez	Medrese Mah.	1288 ada 5-6 parsel	10	6	C	Z3
ÖSK56	Merkez	Medrese Mah.	1327 ada 1 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK57	Merkez	Kayabaşı Mah.	1404 ada 9 parsel	10	9	C	Z3
ÖSK58	Merkez	Ahi Evren Mah.	1492 ada 11-12 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK59	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	1620 ada 9 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK60	Merkez	Yenice Mah.	1856 ada 9 parsel	10	5	B	Z2
ÖSK61	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	2312 ada 4 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK62	Merkez	Medrese Mah.	2459 ada 3 parsel	10	-	C	Z3
ÖSK63	Merkez	Kuşdilli Mah.	3126-3127 ada	10	-	C	Z3
ÖSK64	Merkez	Aşıkpaşa Mah.	980 ada 3 parsel	10	6	C	Z3
ÖSK65	Merkez	Medrese Mah.	2426 ada 6 parsel	10	-	B	Z2
ÖSK66	Merkez	Medrese Mah.	1022 ada	10	8	C	Z3

Tablo 5.1' de sondaj loglarındaki bilgiler; sondaj yeri, ilçesi, mahallesi, paftası, adası, parseli, sondaj derinliği, yer altı su seviyesi ve Türkiye Deprem Yönetmenliğine göre yerel zemin sınıfları verilmiştir.

### 5.2.2. Laboratuvar İncelemeleri

Yapılan sondajlar sonucu elde edilen bilgilere göre 2006 tarihli Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik kriterleri esas alınarak Kırşehir yerel zemin sınıflarına ayrılmış ve Kırşehir İli Mahalle yerleşim haritasına imar koordinatları yardımı ile işlenmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Kırşehir yerel zemin sınıflarının değişimi.

### 5.3.Yeraltı Suyu Durumu

Kırşehir yerleşim alanında yapılmış olan temel sondajlarda, Pliyosen' e ait kil içerisindeki kum ve çakıl mercceklerinde yer yer yüzeyden süzülen sular ile Kuvarterner yaşlı güncel alüvyonda yeraltı suyuna rastlanmıştır. Kuyularda ölçülmüş olan yeraltı suyu seviyeleri tablo 5.1' de verilmiştir. Pliyosen çökellerinde haritalanabilecek yeraltı suyu mevcut değildir. Pliyosen kili geçirimsiz tabanı oluşturduğundan alüvyonda mevsim şartlarına bağlı olarak farklı derinliklerde yeraltı suyu bulunabilmektedir. Alüvyonlarda açılan sondaj kuyularında inceleme süresinde ( haziran-temmuz 2000) ölçülen yeraltı suyunun yüzeyden ölçülen derinliği 1.20 m ile 8.00 m arasında değişmektedir.

#### 5.4. Zemin Büyütmelerine Göre Kırşehir Yerleşim Alanın Mikrobölgeleme Çalışması

Yüzeyden 20-30 metre derinlikteki zemin tabakalarının geoteknik Özellikleri daha derin tabakalar ile kıyaslandığında, zeminlerin deprem hareketi altındaki davranışını daha baskın olarak belirlemektedir [81]. Bu yüzden bu çalışma için 10-25 metre arasında değişen derinliklerde yapılmış olan Penetrasyon deneyleri Kırşehir’ deki zemin büyütmelerinin değişiminin belirlenmesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Penetrasyon deneyleri ile zemin rijitliklerinin belirlenmesi için eşdeğer SPT-N, zemin büyütmeleri için ise, eşdeğer kayma dalgası hızı ve rölatif büyüme katsayıları hesaplanmıştır. Eşdeğer parametreler 30 m derinlik kabulü ile, değerlerin tabaka kalınlıklarına göre ağırlıklı ortalamalarının hesaplanması ile bulunmuştur. Kayma dalgası hızı, literatürde de yaygın olarak uygulaması yapıldığı gibi SPT-N sayılarından hesaplanmıştır. Bunun için Türkiye şartlarında geçerliliği önceki çalışmalarda kabul edilmiş olan İyisan (1996)’ nın  $V_s = 51.5N^{0.516}$  bağıntısı kullanılmıştır. Literatüre göre üst 30 metredeki zemin özelliklerinin deprem hareketi altında davranışta önemli rol oynadığı düşünüldüğünden, önerilen yaklaşımlardan biri olarak, 30 metreye kadar olan derinlik için SPT-N sayısından hesaplanan kayma dalgası hızlarının tabaka kalınlıklarına göre ağırlıklı ortalamaları alınarak eşdeğer kayma dalgası hızları belirlenmiştir. Zemin büyütmeleri ise eşdeğer kayma dalgası hızlarını kullanarak, yine literatürdeki bağıntılardan faydalanılarak hesaplanmıştır. Bu amaçla  $V_s < 1100$  m/s olan zeminler için Midorikawa tarafından (1987)’ de geliştirilen  $A = 68V_s^{-0.6}$  büyüme ilişkisi kullanılmıştır [64].

SPT deneylerinden hesaplanan eşdeğer SPT-N ve büyüme özellikleri Tablo 5.2’ de verilmiştir. Elde edilen bu değerlerden eşdeğer SPT-N zemin rijitliklerinin ortaya konulmasında ve diğer yöntemler ile elde edilen büyüme özelliklerinin karşılaştırılmasında, eşdeğer kayma dalgası hızı ve zemin büyütmeleri ise Kırşehir’ in mikrobölgelemesinde kullanılacaktır. Yapılan mikrobölgelemeler, bu çalışmanın amacı doğrultusunda yine kaynakların elverdiği ölçüde coğrafik bilgi sisteminde gelecekte oluşabilecek hasar ile karşılaştırılarak bu yöntemle elde edilen sonuçların doğruluğu ortaya konulabilecektir

Tablo 5.2. Eşdeğer SPT-N' den hesaplanan kayma dalgası hızı ve zemin büyümesi.

Sondaj No	Eşdeğer SPT-N Sayısı Neq	Eşdeğer Dalgası Hızı (İyisan, 1996) Vseg(m/sn)	Kayma Zemin (Midorikawa, 1987) Ak	Büyümesi Zemin hakim Titreşim periyodu
SK1	20	242	2,53	0.50
SK2	53	400	1,87	0.30
SK3	34	318	2,14	0.38
SK4	39	341	2,06	0.35
SK5	34	318	2,14	0.38
SK6	11	177	3,04	0.68
SK7	15	208	2,76	0.58
SK8	51	392	1,89	0.31
SK9	23	260	2,42	0.46
SK10	9	160	3,24	0.75
SK11	9	160	3,24	0.75
SK12	5	118	3,88	1.02
SK13	20	242	2,53	0.50
SK14	26	277	2,33	0.43
SK15	9	160	3,24	0.75
SK16	4	105	4,16	1.14
SK17	42	354	2,01	0.34
SK19	9	160	3,24	0.75
SK20	16	215	2,71	0.56
SK21	17	222	2,66	0.54
SK22	25	271	2,36	0.44
SK23	19	235	2,57	0.51
SK24	24	265	2,39	0.45
SK25	7	141	3,50	0.85
SK26	8	151	3,36	0.79
SK29	15	208	2,76	0.58
SK30	11	177	3,04	0.68
SK31	15	208	2,76	0.58
SK32	12	186	2,96	0.65
SK33	11	177	3,04	0.68
SK34	40	346	2,04	0.35
SK35	26	277	2,33	0.43
SK36	11	177	3,04	0.68
SK37	21	248	2,49	0.48
SK38	17	222	2,66	0.54
SK39	32	308	2,18	0.39
SK40	8	151	3,36	0.79
SK41	13	193	2,89	0.62
SK42	14	201	2,82	0.60
SK43	27	282	2,30	0.43
SK44	24	265	2,39	0.45
SK45	33	313	2,16	0.38
SK46	32	308	2,18	0.39
SK47	22	254	2,45	0.47
SK49	26	277	2,33	0.43
SK50	18	229	2,61	0.52
SK51	15	208	2,76	0.58
SK52	55	407	1,85	0.29
SK53	21	248	2,49	0.48
SK54	30	298	2,23	0.40
SK55	30	298	2,23	0.40
SK57	31	303	2,21	0.40
SK58	24	265	2,39	0.45
SK59	25	271	2,36	0.44
SK60	27	282	2,30	0.43
SK61	27	282	2,30	0.43
SK62	52	396	1,88	0.30
SK63	61	430	1,79	0.28
SK64	30	298	2,23	0.40
SK65	23	260	2,42	0.46
SK66	28	287	2,28	0.42
SK67	8	151	3,36	0.79

Tablo 5.2. Eşdeğer SPT-N' den hesaplanan kayma dalgası hızı ve zemin büyütmesi.

Sondaj No	Eşdeğer SPT-N Sayısı Neq	Eşdeğer Dalgası Hızı (İyisan, 1996) Vseg(m/sn)	Kayma Hızı (Midorikawa, 1987) Ak	Büyütmesi	Zemin hakim Titreşim periyodu
SK68	20	242	2,53		0.50
SK69	21	248	2,49		0.48
SK70	9	160	3,24		0.75
SK71	23	260	2,42		0.46
SK72	26	277	2,33		0.43
SK73	33	313	2,16		0.38
SK74	47	375	1,94		0.32
SK75	37	332	2,09		0.36
SK76	35	323	2,13		0.37
SK78	26	277	2,33		0.43
SK79	12	186	2,96		0.65
SK80	13	193	2,89		0.62
SK81	11	177	3,04		0.68
SK82	22	254	2,45		0.47
SK83	17	222	2,66		0.54
SK84	19	235	2,57		0.51
SK85	27	282	2,30		0.43
SK86	8	151	3,36		0.79
SK87	13	193	2,89		0.62
SK88	11	177	3,04		0.68
SK89	14	201	2,82		0.60
SK90	16	215	2,71		0.56
SK91	29	293	2,25		0.41
SK92	19	235	2,57		0.51
SK93	19	235	2,57		0.51
SK94	22	254	2,45		0.47
SK95	17	222	2,66		0.54
SK96	15	208	2,76		0.58
SK97	17	222	2,66		0.54
SK98	20	242	2,53		0.50
SK99	21	248	2,49		0.48
Sk100	16	215	2,71		0.56
SK101	35	323	2,13		0.37
SK102	35	323	2,13		0.37
SK103	17	222	2,66		0.54
SK104	23	260	2,42		0.46
SK105	32	308	2,18		0.39
SK106	27	282	2,30		0.43
SK107	50	388	1,90		0.31
SK108	42	354	2,01		0.34
SK109	25	271	2,36		0.44
SK110	26	277	2,33		0.43
SK111	18	229	2,61		0.52
SK112	20	242	2,53		0.50
SK113	21	248	2,49		0.48
SK114	60	426	1,80		0.28
SK115	57	415	1,83		0.29
SK116	24	265	2,39		0.45
SK117	22	254	2,45		0.47
SK118	23	260	2,42		0.46
SK119	23	260	2,42		0.46
SK120	19	235	2,57		0.51
SK121	25	271	2,36		0.44
SK122	28	287	2,28		0.42
SK123	33	313	2,16		0.38
SK124	34	318	2,14		0.38
SK125	23	260	2,42		0.46
ÖSK1	8	151	3,36		0.79
ÖSK2	21	248	2,49		0.48
ÖSK3	69	458	1,72		0.26
ÖSK4	20	242	2,53		0.50
ÖSK5	32	308	2,18		0.39

Tablo 5.2. Eşdeğer SPT-N' den hesaplanan kayma dalgası hızı ve zemin büyütmesi.

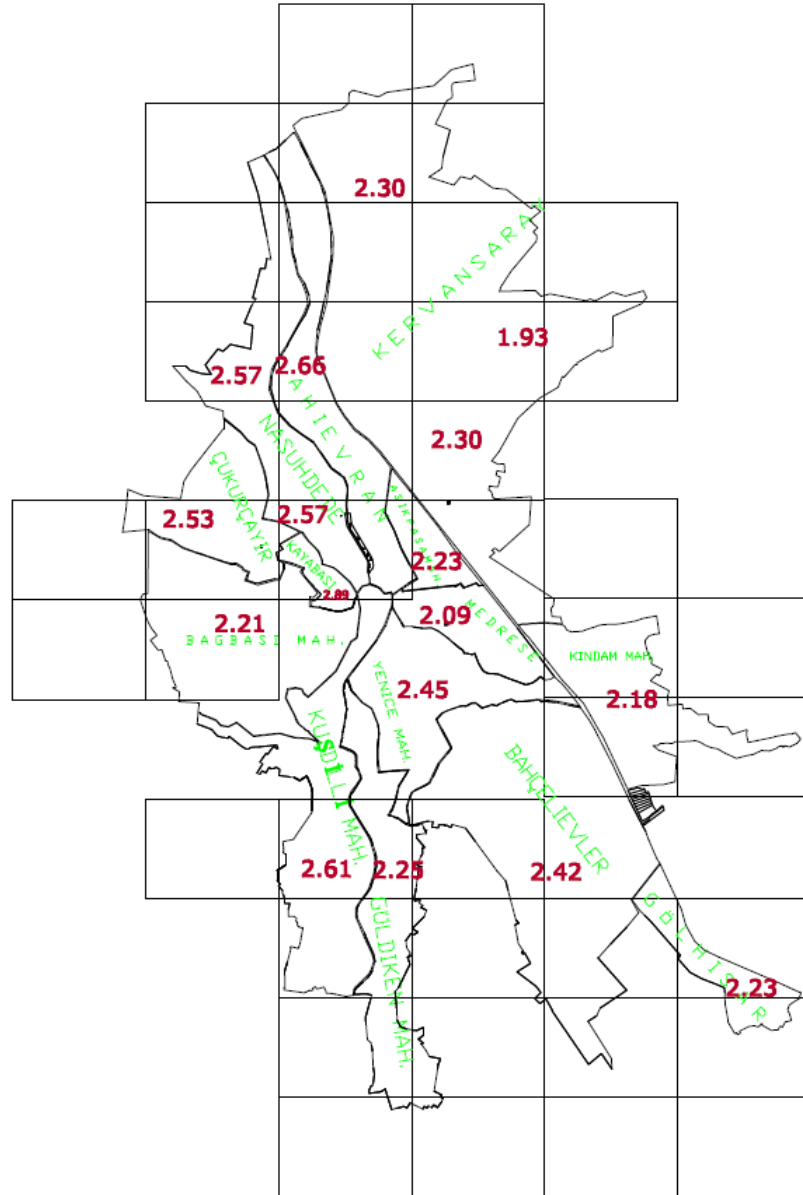
Sondaj No	Eşdeğer SPT-N Sayısı Neq	Eşdeğer Dalgası Hızı (Iyisan, 1996) Vseg(m/sn)	Kayma (İyisan, 1987)	Zemin (Midorikawa, 1987) Ak	Büyütmesi	Zemin hakim Titreşim periyodu
ÖSK6	20	242		2,53		0.50
ÖSK7	42	354		2,01		0.34
ÖSK8	24	265		2,39		0.45
ÖSK9	31	303		2,21		0.40
ÖSK10	38	336		2,07		0.36
ÖSK11	18	229		2,61		0.52
ÖSK12	7	141		3,50		0.85
ÖSK13	17	222		2,66		0.54
ÖSK14	17	222		2,66		0.54
ÖSK15	15	208		2,76		0.58
ÖSK16	27	282		2,30		0.43
ÖSK17	37	332		2,09		0.36
ÖSK18	60	426		1,80		0.28
ÖSK19	30	298		2,23		0.40
ÖSK20	15	208		2,76		0.58
ÖSK21	27	282		2,30		0.43
ÖSK22	27	282		2,30		0.43
ÖSK23	33	313		2,16		0.38
ÖSK24	21	248		2,49		0.48
ÖSK25	50	388		1,90		0.31
ÖSK26	28	287		2,28		0.42
ÖSK27	32	308		2,18		0.39
ÖSK28	21	248		2,49		0.48
ÖSK29	7	141		3,50		0.85
ÖSK30	53	400		1,87		0.30
ÖSK31	16	215		2,71		0.56
ÖSK32	26	277		2,33		0.43
ÖSK33	20	242		2,53		0.50
ÖSK34	23	260		2,42		0.46
ÖSK35	26	277		2,33		0.43
ÖSK36	29	293		2,25		0.41
ÖSK37	26	277		2,33		0.43
ÖSK38	16	215		2,71		0.56
ÖSK39	16	215		2,71		0.56
ÖSK40	18	229		2,61		0.52
ÖSK41	34	318		2,14		0.38
ÖSK42	26	277		2,33		0.43
ÖSK43	13	193		2,89		0.62
ÖSK44	48	380		1,93		0.32
ÖSK45	31	303		2,21		0.40
ÖSK46	31	303		2,21		0.40
ÖSK47	20	242		2,53		0.50
ÖSK48	29	293		2,25		0.41
ÖSK49	31	303		2,21		0.40
ÖSK50	27	282		2,30		0.43
ÖSK51	23	260		2,42		0.46
ÖSK52	24	265		2,39		0.45
ÖSK53	36	327		2,11		0.37
ÖSK54	31	303		2,21		0.40
ÖSK55	26	277		2,33		0.43
ÖSK56	59	422		1,81		0.28
ÖSK57	12	186		2,96		0.65
ÖSK58	20	242		2,53		0.50
ÖSK59	29	293		2,25		0.41
ÖSK60	40	346		2,04		0.35
ÖSK61	30	298		2,23		0.40
ÖSK62	23	260		2,42		0.46
ÖSK63	18	229		2,61		0.52
ÖSK64	31	303		2,21		0.40
ÖSK65	59	422		1,81		0.28
ÖSK66	24	265		2,39		0.45







Zemin büyütmeleri eşdeğer kayma dalgası hızlarını kullanarak, yine literatürdeki bağıntılardan faydalanılarak hesaplanmıştır. Bu amaçla  $V_s < 1100$  m/s olan zeminler için geliştirilen Midorikawa (1987)' nin Tablo 3.3' te verilen  $A = 68V_s^{-0.6}$  büyütme ilişkisi kullanılmıştır. Eşdeğer kayma dalgası hızı ile bulunan zemin büyütmelerinin mahalle bazında değişimi Şekil 5.6' daki gibi Kırşehir ili mahalleleri haritasına işlenmiştir.



Şekil 5.6. Zemin büyütmelerinin mahalle bazında değişimi.

Ayrıca bu çalışma kapsamında toplanılan sondaj loglarından faydalanılarak Kırşehir ili mahalle bazında tipik zemin profilleri bakımından gruplandırılmıştır. Kırşehir ili toplam 14 mahalleden oluşmaktadır. Bunlar şekil 5.2' de gösterilmiştir.

### 1. Aşıkpaşa Mahallesi

Mahallenin kuzey ve kuzeydoğusunda Kervansaray Mahallesi, kuzeybatısında Ahi Evran Mahallesi, güneyinde ise Medrese Mahallesi yer almaktadır. Aşıkpaşa mahallesi için 15 adet sondaj logundan faydalanılmıştır. Bunlar; Sk53, Sk66, Ösk9, Ösk10, Ösk11, Ösk16, Ösk18, Ösk21, Ösk30, Ösk31, Ösk36, Ösk61, Ösk64 temel sondaj loglarıdır. Bölge için tipik en derin sondaj Sk66 no lu sondaj seçilmiştir. Buna göre mahallenin tipik zemin profili;

- 0,00-1,50 Bitkisel Toprak
- 1,50-4,00 Çakıllı kil
- 4,00-8,00 Az çakıllı, siltli kil
- 8,00-10,95 Çok sert siltli kil şeklindedir.

Tablo 5.3. Aşıkpaşa Mahallesi sınırlarında yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer Spt-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme, zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği	Yass	Eşdeğer SPT-N	Kayma Dalgası Hızı(VS)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk53	12.45	3.50	21	248	2.49	0.48	C-Z3	CL/CH
Sk66	10.95	-	28	287	2.28	0.42	C-Z3	CL
Sk125	7.95	-	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CH
Ösk9	10.00	-	31	303	2.21	0.40	B-Z2	CL
Ösk10	10.00	-	38	336	2.07	0.36	B-Z2	CL
Ösk11	10.00	6.00	18	229	2.61	0.52	C-Z3	CL
Ösk16	10.00	-	27	282	2.30	0.45	C-Z3	CL
Ösk18	10.00	-	60	426	1.80	0.28	B-Z2	CL
Ösk19	10.00	7.00	30	298	2.23	0.40	C-Z3	CL
Ösk21	10.00	-	27	282	2.30	0.43	C-Z3	CL
Ösk30	10.00	4.50	53	400	1.87	0.30	B-Z2	CL
Ösk31	10.00	-	16	215	2.71	0.56	C-Z3	CL
Ösk36	10.00	-	29	293	2.25	0.41	C-Z3	CL
Ösk61	10.00	-	30	298	2.23	0.40	C-Z3	CL
Ösk64	10.00	6.00	31	303	2.21	0.40	C-Z3	CL

Tablo 5.3 incelendiğinde bölgeye ait sondaj derinlikleri 7.95-12.45 m derinlikleri arasında değişmektedir. Bölgede CL (İnorganik killer, çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer) zemin sınıfının hakim olduğu görülmektedir. Türkiye deprem yönetmeliğine göre

zemin grubu C, yerel zemin sınıfı ise Z3 tür. Bazı yerlerde B zemin grubu, Z2 yerel sınıfına rastlanmaktadır. Eşdeğer SPT-N sayısının minimum değeri 18, maksimum değeri 60, ortalama eşdeğer SPT-N değeri ise yaklaşık olarak 30 dur. Mahalle genelinde yeraltı suyuna rastlanılmamıştır. Kayma dalgası hızları çoğunlukla 250-300 m/s arasında değişmekte olup, buna karşılık gelen zemin büyütme değerleri 2.00-2.50 arasındadır. Zemin hakim titreşim periyodu 0.28-0.56 sn arasında değişmektedir.

## 2. Kındam Mahallesi

Mahallenin kuzey, doğu ve güneydoğusu henüz imara açılmamıştır. Kuzeybatısında Medrese ve Yenice Mahallesi güneybatısında ise Bahçelievler Mahallesi yer almaktadır. Kındam mahallesi için toplam 5 adet sondaj loğundan yararlanılmıştır. Bunlar Sk103, Sk105, Sk106, Sk107 ve Sk108 dir. Bölge için tipik en derin sondaj Sk106 seçilmiştir. Buna göre bölgenin tipik zemin profili;

0.00 – 0.25 Bitkisel toprak

0.25 – 2.30 Kumlu, killi, sıkı çakıl

2.30 – 6.45 Kırmızımsı, kahve renkli, çakıllı, kumlu, sitli çok katı, sert kil.

Sondaj sayısı yeterli olmadığından tipik zemin profili için seçilen bu sondaj loğu mahalleyi tam olarak temsil etmeyebilir. Bu nedenle eldeki veriler dahilinde bu değerler seçilmiştir.

Tablo 5.4. Kındam Mahallesi sınırlarında yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer Spt-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme, zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği	YASS	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk103	6.45	-	17	222	2.66	0.54	C-Z3	CH
Sk105	6.11	-	32	260	2.42	0.46	C-Z3	SC
Sk106	6.45	-	27	282	2.30	0.43	C-Z3	CH
Sk107	6.28	-	50	388	1.90	0.31	B-Z2	SC
Sk108	4.95	-	42	354	2.01	0.34	B-Z2	CH

Tablo 5.4 incelendiğinde sondaj derinlikleri 4.95-6.45 m arasında değişmekte olup, sondaj derinlikleri boyunca yer altı suyuna rastlanmamıştır. Minimum SPT-N değeri 17,

maksimum SPT-N değeri 50, ortalama SPT-N değeri ise 34 dir. Kayma dalgası hızları 250-350 m/s arasında değişmekte olup, bu hıza karşılık gelen zemin büyütme değerleri ise 2.00-2.70 arasındadır. Kındam mahallesinde çoğunlukla CH zemin cinsinin hakim olduğu yer yer SC zemin sınıfından oluşmaktadır. Yüzeğe yakın yerlerde kırmızımsı, kahverenkli, siltli, çakıllı kil/kum karışımları gözlenmiştir. Derinlik arttıkça çakıl oranı artmaktadır. Sondaj yerleri incelendiğinde mahallenin kuzey bölümünün C zemin grubu, Z3 yerel zemin sınıfına, güney kısmının ise B zemin grubu, Z2 yerel zemin sınıfının olduğu anlaşılmaktadır.

### 3. Bahçelievler Mahallesi

Bahçelievler Mahallesi; kuzeyinde Yenice mahallesi, güneydoğusunda Gölhisar Mahallesi, kuzeydoğusunda ise Kındam Mahallesi yer alan, Kırşehir güneyinde yer alan bir mahalledir. Mahalle için 10 tane sondaj logundan faydalanılmıştır. Bunlar; Sk97, Sk98, Sk 99, Sk100, Sk101, Sk102, Sk104, Sk 123, Ösk39, Ösk 57 temel sondajlarıdır. Bahçelievler Mahallesi için Sk 98 tipik en derin sondaj seçilmiştir. Buna göre tipik sayılabilecek zemin profili aşağıdaki gibidir.

0.00-3.00 Kahverengimsi kumlu, siltli kil

3.00-7.95 Grimsi- Bej, yer yer kahve renkli kumlu, siltli kil.

Tablo 5.5. Bahçelievler Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme, zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk97	9.45	-	17	222	2.66	0.54	C-Z3	CH
Sk98	7.95	4.70	20	242	2.53	0.50	C-Z3	CH
Sk99	9.45	5.50	21	248	2.49	0.48	C-Z3	SC
Sk100	9.45	4.80	16	215	2.71	0.56	C-Z3	CH
Sk101	4.52	-	35	323	2.13	0.37	B-Z2	CL
Sk102	7.95	-	35	323	2.13	0.37	B-Z2	CH
Sk104	7.95	-	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CH
Sk123	7.95	-	33	313	2.16	0.38	C-Z3	CH
Ösk39	10	6	16	215	2.71	0.56	C-Z3	CL
Ösk57	10	9	12	186	2.96	0.65	D-Z4	CL

Tablo 5.5' e göre Bahçelievler için yapılan sondaj derinlikleri 4.52-9.45 m arasında değişmektedir. Sondaj derinlikleri boyunca çoğunlukla yeraltı suyuna rastlanmamış

olup, bazı yerlerde ise 4.70 m den sonra suya rastlandığı görülmektedir. Eşdeğer SPT-N değerleri incelendiğinde minimum değeri 12, maksimum değeri 35, ortalama eşdeğer SPT-N değeri ise 23 tür. Kayma dalgası hızları çoğunlukla 200-300 m/s arasında değişmekte olup, buna karşılık gelen zemin büyütme değerleri 2-3 arasındadır. Zemin hakim titreşim periyodu ise 0.3-0.70 arasında değişim göstermektedir. Bölgeye C zemin grubu Z3 yerel zemin sınıfı; zemin cinsi olarak ta CH (yüksek plastisiteli, inorganik killi, yağlı killi) zemin sınıfı hâkimdir.

#### 4. Ahievran Mahallesi

Ahievran Mahallesi'nin; kuzey ve kuzeydoğusunda Kervansaray Mahallesi, kuzeybatısında Nasuhdede Mahallesi, güneyinde ise Medrese ve Kuşdilli Mahalleleri, güneydoğusunda ise Aşıkpaşa Mahallesi yer almaktadır. Bu mahalle için 26 adet temel sondajından yararlanılmıştır. Bunlar; Sk25, Sk26, Sk29, Sk30, Sk31, Sk32, Sk33, Sk34, Sk35, Sk36, Sk40, Sk41, Sk42, Sk43, Sk47, Sk50, Sk51, Sk65, Sk68, Sk70, Sk72, Ösk12, Ösk13, Ösk14, Ösk24, Ösk58 temel sondajlarıdır. Bu sondajlar arasında mahalle için tipik en derin sondaj Sk42 seçilmiştir. Buna göre tipik sayılabilecek zemin profili aşağıdaki gibidir.

0.00-0.30 Bitkisel toprak

0.30-1.75 Kahve renkli, çürümüş bitki kökleri içeren, çakıllı, kumlu, siltli orta katı kil

1.75-4.15 Koyu grimsi, mavi renkli, çürümüş bitki kökleri içeren çakıllı, kumlu, siltli çok yumuşak kil

4.15-15.90 Koyu grimsi, mavi renkli, çürümüş bitki kökleri içeren çakıllı, kumlu, siltli katı, çok katı kil

15.90-23.85 Siyah renkli, yer yer çürümüş bitki kökleri içeren, kumlu, siltli katı-çok katı kil

23.85-25.95 İnce kil bantları içeren çakıllı orta sıkı kum.

Tablo 5.6. Ahievran Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Gözlenen Tabakalara göre Zemin Sınıfları
Sk25	12.45	2.35	7	141	3.50	0.85	D-Z4	CL
Sk26	22.76	2.70	8	151	3.36	0.79	D-Z4	CL/SC/CH
Sk29	15.45	4.75	15	208	2.76	0.58	C-Z3	SC
Sk30	10.95	2.20	11	177	3.04	0.68	D-Z4	CH
Sk31	15.45	2.80	15	208	2.76	0.58	C-Z3	CL/SC
Sk32	12.45	1.80	12	186	2.96	0.65	D-Z4	CH
Sk33	18.45	1.50	11	177	3.04	0.68	D-Z4	CL
Sk34	7.95	4.00	40	346	2.04	0.35	B-Z2	CL
Sk35	7.65	-	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CL
Sk36	15.45	2.80	11	177	3.04	0.68	D-Z4	CL
Sk40	16.78	1.80	8	151	3.36	0.79	D-Z4	SC/CL
Sk41	12.23	2.60	13	193	2.89	0.62	D-Z4	CL/SC
Sk42	25.95	2.60	14	201	2.82	0.60	C-Z3	CL/SC
Sk43	10.95	6.70	27	282	2.30	0.43	C-Z3	CL/SC
Sk47	12.45	9.80	22	254	2.45	0.47	C-Z3	CH/SC
Sk50	15.45	3.00	18	229	2.61	0.52	C-Z3	CL
Sk51	12.45	3.50	15	208	2.76	0.58	C-Z3	CL
Sk65	9.82	-	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CL/CH
Sk68	7.95	-	20	242	2.53	0.50	C-Z3	SC/CL
Sk70	10.95	1.20	9	160	3.24	0.75	D-Z4	SC/CL
Sk72	6.45	-	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CH
Ösk12	10	2.05	7	141	3.50	0.85	D-Z4	CL
Ösk13	10	-	17	222	2.66	0.54	C-Z3	CL
Ösk14	10	3.5	17	222	2.66	0.54	C-Z3	CL
Ösk24	10	2.5	21	248	2.49	0.48	C-Z3	CL
Ösk58	10	-	20	242	2.53	0.50	C-Z3	SC

Tablo 5.6' e göre Ahievran Mahallesinde yapılan sondaj derinlikleri 6.45-25.95 m arasında değişmektedir. Yüze yakın yerlerde yeraltı suyuna rastlanmıştır. Yer altı suyu ortalama değeri 2.5 m civarındadır. Eşdeğer SPT-N değerlerine bakıldığında; minimum eşdeğer SPT-N değeri 7, maksimum eşdeğer SPT-N değeri 40, ortalama eşdeğer SPT-N değeri ise 17 dir. Kayma dalgası hızları 150-250 m/s arasında değişmekte olup, buna karşılık gelen zemin büyütme değerleri 2.5-3.5 arasındadır. Zemin hakim titreşim periyodu 0.35-0.79 arasında değişmektedir. Ahievran mahallesinde C ve D zemin gruplarının, Z3 ve Z4 yerel zemin sınıflarının hakim olduğu görülmektedir. Zemin cinsi olarak CL zemin sınıfı çoğunlukla olmakla beraber yer yer siltli kumlar, kötü derecelenmiş kil kum karışımları içermektedir

## 5. Güldiken Mahallesi

Kuzey ve kuzeybatısında Kuşdilli Mahallesi, kuzeydoğusunda Yenice ve Bahçelievler Mahallesi yer alır. Doğusu, güneyi ve güneybatısı henüz imara açılmamış bir uç mahalledir. Mahalle için 10 adet temel sondaj logundan faydalanılmıştır. Bunlar; Sk82, Sk112, Sk113, Sk114, Sk115, Sk117, Sk118, Sk119, Sk120, Sk121 dir. Bu sondajlar arasında mahalle için tipik sayılabilecek temel sondaj logu Sk117 sondajı seçilmiştir. Buna göre zemin profili aşağıdaki şekildedir.

0-10.95 Kahverengi- siyahımsı az çakıllı, kumlu, siltli kil.

Tablo 5.7. Güldiken Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk82	9.45	6.00	22	254	2.45	0.47	C-Z3	SC
Sk112	10.95	-	20	242	2.53	0.50	C-Z3	CL
Sk113	10.95	3.60	21	248	2.49	0.48	C-Z3	CL
Sk114	6.45	-	60	426	1.80	0.28	B-Z2	CH
Sk115	6.05	-	57	415	1.83	0.29	B-Z2	SC
Sk117	10.95	-	22	254	2.45	0.47	C-Z3	SC
Sk118	9.45	-	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CH
Sk119	10.95	-	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CH
Sk120	10.95	-	19	235	2.57	0.51	C-Z3	CH
Sk121	7.95	-	25	271	2.36	0.44	C-Z3	CH/CL

Tablo 5.7' ya göre sondaj yerleri harita üzerinde incelendiğinde mahallenin kuzey taraflarına SC zemin sınıfı, güney kısımlarında CH zemin sınıfının hakim olduğu görülmektedir. C zemin grubu Z3 yerel zemin sınıfı mahalle bazında çoğunluktadır. Sondaj derinlikleri 6.05-10.95m arasında değişmektedir. Yapılan sondaj derinlikleri boyunca genelde yeraltı suyuna rastlanmamıştır. Kayma dalgası hızı çoğunlukla 200-300 m/s arasında değişmekte olup, buna karşılık gelen zemin büyütme değerleri 2-3 arasında değişmektedir. Zemin hakim titreşim periyotları 0.28-0.51 sn arasında değişim göstermektedir.

## 6. Çukurçayır Mahallesi

Mahallenin kuzeyinde Nasuhdede Mahallesi, güneydoğusunda Kayabaşı Mahallesi, güneyinde Bağbaşı Mahallesi bulunmaktadır. Çukurçayır Mahallesinin batısı ve kuzeybatısı henüz imara açılmamıştır. Bu bölge için 9 adet temel sondajı toplanmıştır. Bunlar; Sk6, Sk7, Sk9, Sk10, Sk11, Sk16, Sk17, Ösk33, Ösk40 dır. Bunlar arasında tipik sayılabilecek en derin tipik zemin sondajı Sk7 seçilmiştir. Bu seçime göre zemin profili aşağıdaki şekildedir.

0.30-3.30 Bitkisel Toprak

0.30-3.31 Yeşilimsi, gri renkli, çürümüş bitki kökleri ve ince kum bantları içeren, çakıllı, kumlu, siltli orta katı kil

3.30-4.10 Çakıllı, siltli çok gevşek ince kum

4.10-8.45 Koyu kahve renkli, organik madde ve bitki kökleri içeren, siltli orta katı kil

8.45-10.10 Açık kahve – bej renkli, çakıllı, kumlu, siltli orta katı kil

10.10-11.60 Kahve renkli, çakıllı, kumlu, siltli çok katı kil

11.60-16.80 Kırmızımsı kahverenkli, yer yer kum bantları içeren, kumlu, siltli katı kil

16.80-18.45 Bloklu, kumlu, çok sıkı çakıl.

Tablo 5.8. Çukurçayır Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme, zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk 6	13.00	2.60	11	177	3.04	0.68	D-Z4	SC
Sk7	18.45	0.90	15	208	2.76	0.58	C-Z3	CL
Sk9	16.95	0.50	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CL
Sk10	19.95	1.10	9	160	3.24	0.75	D-Z4	CL/SC
Sk11	10.62	1.80	39	341	2.06	0.35	B-Z2	CL/CH
Sk16	6.02	-	4	105	4.16	1.14	D-Z4	CL
Sk17	9.45	-	42	354	2.01	0.34	B-Z2	CL
Ösk33	10.00	-	20	242	2.53	0.50	C-Z3	SC
Ösk40	10.00	3.0-3.5	13	193	2.89	0.62	D-Z4	SC

Tablo 5.8' e göre eldeki sondaj derinlikleri 6.02-19.95m arasında değişmektedir. Yeraltı suyu yüzeye çok yakın yerlerde ortaya çıkmaktadır ortalama yeraltı suyu derinliği 1.70 m dir. Minimum eşdeğer SPT-N değeri 4, maksimum eşdeğer SPT-N değeri 39, ortalama SPT-N değeri ise 20 dir. Kayma dalgası hızı birbirinden çok değişik aralıklardadır çoğunlukla 200-350 m/s arasında değişmektedir. Buna karşılık gelen



zemin büyütme değerleri ise 2-3 arasındadır. Zemin hakim titreşim periyodu 0.34-1.14 arasındaki değerlerden oluşmaktadır. Mahallenin geneline bakıldığında değişken bir zemin yapısına sahip olduğu görülmektedir. Yer yer killi, kumlu, siltli kil görülürken, bazı yerlerde ise kötü derecelenmiş killi, siltli kum oluşumları görülmektedir. C ve D zemin grupları ve Z3-Z4 yerel zemin sınıfları bölgede çoğunluktadır.

## 7. Kuşdilli Mahallesi

Kuşdilli Mahallesi'nin güneyi ve batısı henüz imara açılmamıştır. Doğusunda Güldiken Mahallesi, kuzeyinde Bağbaşı Mahallesi, Nasuhdede Mahallesi ve Ahievran Mahallesi, kuzeydoğusunda ise Yenice Mahallesi yer alır. Mahalle için 10 adet temel sondaj logundan faydalanılmıştır. Bunlar; Sk79, Sk80, Sk85, Sk86, Sk109, Sk 110, Sk 111, Ösk29, Ösk42, Ösk69 dur. Mahalle için tip sayılabilecek en derin temel sondajı Sk79 seçilmiştir. Buna göre zemin profili aşağıdaki şekildedir.

0.00-6.50 Beyazımsı- Grimsi az kumlu, siltli orta katı- kati kil

6.50-6.95 Killi kum

6.95-11.45 Grimsi az kumlu katı kil

11.45-15.45 Gri renkli çok katı kil.

Tablo 5.9. Kuşdilli Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme, zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütme si	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk 79	15.45	4.20	12	186	2.96	0.65	D-Z4	CL
Sk80	12.10	7.60	13	193	2.89	0.62	D-Z4	CL
Sk85	10.75	2.70	27	282	2.30	0.43	C-Z3	CL
Sk86	11.45	2.90	8	151	3.36	0.79	D-Z4	SC
Sk109	10.95	-	25	271	2.36	0.44	C-Z3	CH
Sk110	7.95	-	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CH
Sk111	10.95	4.00	18	229	2.61	0.52	C-Z3	CL
Ösk29	10.00	8.00	7	141	3.50	0.85	D-Z4	CL
Ösk42	7.00	5.00	26	277	2.30	0.43	C-Z3	CL
Ösk63	10.00	-	18	229	2.61	0.52	C-Z3	CL

Tablo 5.9' a göre Kuşdilli Mahallesi'ne ait sondaj derinlikleri 7.00-15.45 m arasında değişmektedir. Yer altı suyuna bazı yerlerde rastlanmamakla birlikte ortalama yer altı suyu derinliği 3-5 m arasındadır. Minimum eşdeğer SPT-N değeri 7, maksimum eşdeğer SPT-N değeri 27, ortalama eşdeğer SPT-N değeri ise 18 dir. Kayma dalgası hızları çoğunlukla 200-300 m/s arasında değişmekte olup buna karşılık gelen büyütme değerleri 2-3 arasındadır. Zemin hakim titreşim periyotları 0.40-0.80 değerleri arasında değişmektedir. Bölge C-Z3 ve D-Z4 zeminlerinden oluşmaktadır. CL zemin sınıfı hakimdir.

### 8. Kervansaray Mahallesi

Kervansaray Mahallesi Kırşehir İlinin yerleşim alanı olarak en büyük mahallesidir. Kuzey ve doğusu henüz imara açılmamıştır. Batısında Ahievran Mahallesi, güneyinde Aşıkpaşa Mahallesi, güneydoğusunda ise Kındam Mahallesi yer almaktadır. Kervansaray Mahallesi için toplam 18 adet temel sondajından yararlanılmıştır. Bunlar; Sk44, Sk45, Sk46, Sk49, Sk54, Sk55, Sk57, Sk58, Sk59, Sk60, Sk63, Sk64, Sk69, Sk71 dir. Bunlar arasında mahalle için tipik sayılabilecek temel sondajı Sk46 seçilmiştir. Buna göre tipik zemin profili aşağıdaki gibidir.

0.00-3.00 Çakıllı, siltli sert kil

3.00-4.95 Çakıllı kil

4.95-9.00 Çakıllı, kumlu kil

9.00-12.45 Çakıllı kil.

Tablo 5.10. Kervansaray Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk44	9.45	3.00	24	265	2.39	0.45	C-Z3	SP
Sk45	10.95	-	33	313	2.16	0.38	B-Z2	CH
Sk46	12.45	3.10	32	308	2.18	0.39	B-Z2	CH
Sk49	9.10	-	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CL/CH
Sk54	10.95	-	30	298	2.33	0.40	C-Z3	SC
Sk55	6.45	-	30	298	2.23	0.40	C-Z3	CH
Sk57	6.45	-	31	303	2.21	0.40	B-Z2	CH

Tablo 5.10. Kervansaray Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk58	6.45	-	24	265	2.39	0.45	C-Z3	CH
Sk59	7.95	-	25	271	2.36	0.44	C-Z3	SC
Sk60	6.06	-	27	282	2.30	0.43	C-Z3	CH
Sk63	6.00	-	61	430	1.79	0.28	B-Z2	CH
Sk64	6.00	-	30	298	2.23	0.40	C-Z3	CH
Sk69	9.45	9.30	21	248	2.49	0.48	C-Z3	SC
Sk71	7.95	-	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CH
Sk73	6.45	-	33	313	2.16	0.38	B-Z2	CH
Sk122	7.53	-	28	287	2.28	0.42	C-Z3	CH
Ösk32	10	-	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CH
Ösk40	10	6.00	18	229	2.61	0.52	C-Z3	CH

Temel sondaj derinlikleri 6.00-12.45 m arasında değişmekte olup yer altı suyuna çoğunlukla rastlanmamıştır. Ortalama yeraltı suyu seviyesi 9-10m dir. Eşdeğer SPT-N değerleri 20 nin altına düşmemektedir. Maksimum eşdeğer SPT-N değeri 61, minimum değeri 18, ortalama SPT-N değeri ise 27 dir. Kayma dalgası hızları 200-300 m/s arasında değişmekte olup, buna karşılık zemin büyütme değerleri 2-2.50 değerleri arasında değişmektedir. Zemin hakim titreşim periyodu 0.30-0.60 değerleri arasındadır. Mahalle genelinde C-Z3 zemin grubu hakimdir. Bölgede yüksek plastisiteli inorganik yağlı killerden oluşmaktadır. Bazı yerlerde ise kötü derecelenmiş kum-kil karışımlarından oluşmaktadır.

## 9. Yenice Mahallesi

Mahallenin kuzeydoğusunda Medrese Mahallesi, güneydoğusunda Bahçelievler Mahallesi, kuzeybatısında ise Kuşdilli Mahallesi yer almaktadır. Yenice Mahallesi için toplam 36 adet temel sondajından yararlanılmıştır. Bunlar;Sk83,Sk84, Sk87, Sk88, Sk89, Sk90, Sk91, Sk93, Sk94, Sk95, Sk96, Ösk1,Ösk4, Ösk5, Ösk7, Ösk8, Ösk15, Ösk17, Ösk20, Ösk22, Ösk23, Ösk26, Ösk27, Ösk28, Ösk34, Ösk37, Ösk41, Ösk45, Ösk46, Ösk47, Ösk49, Ösk51, Ösk53, Ösk54, Ösk60 dır. Bu temel sondajlar arasında mahalle için tipik sayılabilecek temel sondajı olarak Sk88 sondajı seçilmiştir. Buna göre zemin profili aşağıdaki gibidir.

- 0.00-1.30 Suni Dolgu
- 1.30- 7.15 Kahve- grimsi kahverenkli, yer yer ince kum bantları içeren, çakıllı, kumlu, siltli orta katı kil
- 7.15-8.60 Siyahımsı gri renkl, çürümüş bitki kökleri içeren, çakıllı, siltli, kumlu yumuşak kil.
- 8.60-10.20 Grimsi kahve renkli, kum bantları içeren, çakıllı, siltli, kumlu orta katı kil
- 10.20-12.95 Yer yer kil ara katkılı, siltli, kumlu orta sıkı çakıl
- 12.95-14.25 Siltli, kumlu çok gevşek çakıl
- 14.25-16.95 Çakıllı, siltli Kil/Kum.

Tablo 5.11. Yenice Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme, zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk83	9.45	6.00	17	222	2.66	0.54	C-Z3	CH
Sk84	10.80	3.00	19	235	2.57	0.51	C-Z3	CH/CL
Sk87	10.95	2.10	13	193	2.89	0.62	D-Z4	SC
Sk88	18.95	2.60	11	177	3.04	0.68	D-Z4	CH
Sk89	10.95	7.25	14	201	2.82	0.60	C-Z3	SC/CH
Sk90	13.95	4.80	16	215	2.71	0.56	C-Z3	SC
Sk91	10.95	-	29	293	2.25	0.41	C-Z3	CL
Sk93	9.45	-	19	235	2.57	0.51	C-Z3	CL/SC
Sk94	9.45	-	22	254	2.45	0.47	C-Z3	CL
Sk95	7.55	-	17	222	2.66	0.54	C-Z3	CL-SC
Sk96	12.45	3.10	15	208	2.76	0.58	C-Z3	SC-CL
Ösk1	10.00	3.00	8	151	3.36	0.79	D-Z4	CL
Ösk4	10.00	6.00	20	242	2.53	0.50	C-Z3	CL
Ösk5	10.00	8.00	32	308	2.18	0.39	B-Z2	CL
Ösk7	10.00	-	42	354	2.01	0.34	B-Z2	CL
Ösk8	10.00	-	24	265	2.39	0.45	C-Z3	CL
Ösk15	10.00	3.00	15	208	2.76	0.58	C-Z3	CH
Ösk17	10.00	-	37	332	2.09	0.36	B-Z2	CH
Ösk20	10.00	5.00	15	208	2.76	0.58	C-Z3	CL
Ösk22	10.00	9.00	27	282	2.30	0.43	C-Z3	CL
Ösk23	10.00	-	33	313	2.16	0.38	B-Z2	CL
Ösk26	10.00	-	28	287	2.28	0.42	C-Z3	CH
Ösk27	10.00	6.00	32	308	2.18	0.39	B-Z2	CL
Ösk28	10.00	6.00	21	248	2.49	0.48	C-Z3	CL
Ösk34	10.00	10.00	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CL
Ösk37	10.00	-	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CH
Ösk41	10.00	-	34	318	2.14	0.38	B-Z2	CL
Ösk45	10.00	-	31	303	2.21	0.40	B-Z2	CL
Ösk46	10.00	-	31	303	2.21	0.40	B-Z2	CL
Ösk47	10.00	5.00	20	242	2.53	0.50	C-Z3	CL
Ösk49	10.00	-	31	303	2.21	0.40	B-Z2	CL
Ösk51	10.00	-	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CL
Ösk53	10.00	-	36	327	2.11	0.37	B-Z2	CL
Ösk54	10.00	-	31	303	2.21	0.40	B-Z2	CL
Ösk60	10.00	5.00	40	346	2.04	0.35	B-Z2	CL

Yenice Mahallesi için yapılan sondaj derinlikleri 9.45-16.95m arasında değişmektedir. Yeraltı suyu derinlikleri 2-10m arasında değişmektedir. Bazı yerlerde ise sondaj derinliği boyunca suya rastlanmamıştır. Eşdeğer SPT-N değerlerine bakıldığında minimum değeri 8, maksimum değeri 42, ortalama eşdeğer SPT-N değeri ise 22 dir. Kayma dalgası hızları çoğunlukla 200-300 m/s arasında değişmekte olup buna karşılık gelen zemin büyütme değeri 2-3 arasında değişmektedir. Zemin hakim titreşim periyodu 0.35-0.80 arasındadır. Bölgede C-Z3 zemin grubu hakim olmakla birlikte B-Z2 zemin grubu da bulunmaktadır. Mahallede CL zemin cinsi hakimdir.

### 10. Gölhisar Mahallesi

Kuzeyi, doğusu, güneyi ve güneybatısı imara açılmamış Kırşehir' in uç mahallesidir. Kuzeybatısında Bahçelievler Mahallesi yer almaktadır. Mahalle kapsamında yapılan sınırlı sayıda temel sondajından yararlanılmıştır. Bunlar; Sk116, Sk124 dür. Bu iki temel sondajı arasından tipik en derin sondaj olarak Sk116 seçilmiştir. Buna göre tipik zemin profili aşağıdaki gibidir.

- 0.00-0.30 Bitkisel toprak
- 0.30-2.40 Yer yer killi ara seviyeler içeren, çakıllı, siltli, ortasıkı kum
- 2.40-3.65 Çakıllı, siltli çok sıkı kum
- 3.65-7.76 Kırmızımsı kahve renkli, siltli, kumlu sert kil.

Tablo 5.12. Gölhisar Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk116	7.76	-	24	265	2.39	0.45	C-Z3	CH
Sk124	6.20	-	34	318	2.14	0.38	B-Z2	SC/CH

Sondaj derinlikleri 6.20-7.76 m arasında değişmekte olup sondaj derinliği boyunca yer altı suyuna rastlanmamıştır. Ortalama eşdeğer SPT-N değeri 29 dur. Kayma dalgası hızları 250-350 m/s arasında değişmekte olup buna karşılık gelen zemin büyütme değerleri 2-2.5 arasında değişmektedir. Zemin hakim titreşim periyodu 0.30-0.50

arasıdır. Mahallede yüzeye yakın yerlerde yer yer killi ara seviyeler içeren çakıllı, siltli, kumlu sert kile rastlanmaktadır.

### 11. Kayabaşı Mahallesi

Mahallenin kuzeydoğusunda Nasuhdede Mahallesi, kuzeybatısında Çukurçayır Mahallesi, güneyinde Bağbaşı Mahallesi, güneydoğusunda ise Kuşdilli Mahallesi yer alır. Kayabaşı Mahallesi için 3 adet temel sondajı bulunabilmektedir. Bunlar; Sk12, Sk14, Sk15 dir. Bunlar asında mahalle için tipik zemin profili sayılabilecek temel sondajı Sk15 seçilmiştir. Buna göre zemin profili aşağıdaki gibidir.

- 0.00- 0.40 Bitkisel Toprak
- 0.40- 2.40 Grimsi kahve renkli, ince çakıl bantlı, çakıllı, kumlu, siltli orta katı kil
- 2.40- 3.95 Çakıllı, siltli, çok gevşek ince kum
- 3.95- 7.30 Siltli, çakıllı gevşek-orta sıkı kum
- 7.30- 7.85 Bol organik madde içeren, siltli gevşek kum
- 7.85- 10.20 Grimsi mavi renkli, kumlu, çakıllı katı kil
- 10.20-11.65 Killi, kumlu orta sıkı çakıl
- 11.65-13.77 Siltli çok sıkı çakıl.

Tablo 5.13. Kayabaşı Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme, zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk12	9.04	3.15	5	118	3.88	1.02	D-Z4	CH
Sk14	18.45	4.80	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CL/CH
Sk15	13.77	2.80	9	160	3.24	0.75	D-Z4	SC/CL

Yüzeye yakın yerlerde traverten kaya, bazı yerlerde ise ince çakıl bantları içeren çakıllı kumlu, siltli kil/kum karışımlarından oluşan bir zemin yapısı mevcuttur. Mahalle genelinde D-Z4 zemin grubu hakimdir. Sondaj derinlikleri 9.04-18.45 m arasında değişmekte olup yer altı suyuna yüzeye yakın yerlerde rastlanmıştır. Kayma dalgası hızları çoğunlukla 100-200 m/s arasında değişmekte olup buna karşılık gelen zemin büyütme değeri 3-4 arasındadır.

## 12. Medrese Mahallesi

Medrese Mahallesinin kuzeyinde Aşıkpaşa Mahallesi, güneydoğusunda Yenice Mahallesi, kuzeybatısında Ahievran Mahallesi bulunmakta olup, doğusunda ise Kındam Mahallesi yer almaktadır. Her yönden imara açık bir mahalledir. Medrese mahallesi için 15 adet temel sondajından yararlanılmıştır. Bunlar; Sk52, Sk92, Ösk2, Ösk3, Ösk25, Ösk35, Ösk38, Ösk44, Ösk48, Ösk53, Ösk55, Ösk56, Ösk62, Ösk65, Ösk66 dır. Bu temel sondajları arasında mahalle için tipik sayılabilecek temel sondajı Ösk 44 sondajı seçilmiştir. Buna göre zemin profili aşağıdaki gibidir.

0.00- 1.00 Bitkisel toprak

1.00- 7.50 Kahverengi siltli kil

7.50- 10.50 Çakıllı kahverengi siltli kil.

Tablo 5.14. Medrese Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk52	7.78	-	55	407	1.85	0.29	B-Z2	CH
Sk92	7.85	-	19	235	2.57	0.51	C-Z3	CL
Ösk2	10.00	-	21	248	2.49	0.48	C-Z3	CL/CH
Ösk3	10.00	4.00	69	458	1.72	0.26	B-Z2	CL
Ösk25	10.00	8.00	50	388	1.90	0.31	B-Z2	CL
Ösk35	10.00	10.00	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CH
Ösk38	10.00	-	16	215	2.71	0.56	C-Z3	CH
Ösk44	10.00	-	48	380	1.93	0.32	B-Z2	CL
Ösk48	10.00	-	29	293	2.25	0.41	C-Z3	CL
Ösk53	10.00	-	36	327	2.11	0.37	B-Z2	CL
Ösk55	10.00	5.00	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CL
Ösk56	10.00	-	59	422	1.81	0.28	B-Z2	CL
Ösk62	10.00	-	23	260	2.42	0.46	C-Z3	CL
Ösk65	10.00	-	59	422	1.81	0.28	B-Z2	CL
Ösk66	10.00	8.00	24	265	2.39	0.45	C-Z3	CL

Tablo 5.14' e göre sondaj derinlikleri çoğunlukla 10 dir. Yeraltı suyuna çoğunlukla rastlanmamıştır. Minimum eşdeğer SPT-N değeri 16, maksimum değeri 69, ortalama değeri ise 37 dir. Kayma dalgası hızları değişken olup 250-450 m/s arasında değişmektedir. Bu hızlara karşılık zemin büyütme değerleri çoğunlukla 1.5-2.5 arasında değişmektedir. Zemin hakim titreşim periyodu 0.25-0.60 arasında değişmektedir.

Bölgede CL zemin sınıfı hakim olup çoğunlukla C-Z3 ve B-Z2 zemin gruplarından oluşmaktadır.

### 13. Nasuhdede Mahallesi

Nasuhdede Mahallesi batısı henüz imara açılmamış uç mahallelerden biridir. Kuzeydoğusunda ve doğusunda Ahievran Mahallesi, güneyinde Kayabaşı Mahallesi, güneybatısında ise Çukurçayır Mahallesi bulunmaktadır. Mahalle için 11 adet temel sondajından faydalanılmıştır. Bunlar; Sk13, Sk19, Sk20, Sk21, Sk22, Sk23, Sk24, Sk37, Sk38, Sk39, Sk67 sondajlarıdır. Bunlar arasında mahalle için tipik sayılabilecek temel sondajı Sk38 seçilmiştir. Buna göre zemin profili aşağıdaki gibidir.

0.00-0.20 Bitkisel toprak

0.20-3.0 Siltli Çok sıkı çakıl/kum

3.00-4.85 Traverten

4.85-7.15 Kahve renkli, kumlu, çakıllı çok katı kil

7.15-17.40 Kahve renkli yer yer çürümüş bitki kökleri ve ince kum bantları içeren, çakıllı, kumlu, siltli, orta katı, katı kil

17.40-18.35 Mavi renkli çürümüş bitki kökleri ve ince kum bantları içeren, kumlu, siltli çok katı kil

18.35-19.95 Sarımsı yeşil renkli, çakıllı, kumlu, siltli çok katı kil.

Tablo 5.15. Nasuhdede Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk13	16.95	5.75	20	242	2.53	0.50	C-Z3	SC/CL
Sk19	9.45	0.70	9	160	3.24	0.75	D-Z4	CL
Sk20	10.95	-	16	215	2.71	0.56	C-Z3	CL
Sk21	18.45	2.80	17	222	2.66	0.54	C-Z3	SC
Sk22	18.00	-	25	271	2.36	0.44	C-Z3	CL/CH
Sk23	16.95	7.30	19	235	2.57	0.51	C-Z3	SC/CH
Sk24	13.95	6.15	24	265	2.39	0.45	C-Z3	SC/CL



Tablo 5.15. Nasuhdede Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve zemin periyotları değerleri, zemin cinsleri ve grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk37	13.95	6.30	21	248	2.49	0.48	C-Z3	SC/SP
Sk38	19.95	1.65	17	222	2.66	0.54	C-Z3	CH
Sk39	10.95	3.30	32	308	2.18	0.39	B-Z2	SP/CH
Sk67	12.45	2.70	8	151	3.36	0.79	D-Z4	CL/SC

Tablo 5.15' e göre sondaj derinlikleri 9.45- 19.95 m arasında değişmektedir. Yüzeğe çok yakın yerlerden itibaren yeraltı suyuna rastlanmıştır. Minimum SPT-N değeri 8, maksimum değeri 32, ortalama değeri 19 dur. Kayma dalgası hızları çoğunlukla 200-300 m/s arasında değişmekte olup buna karşılık gelen zemin büyütme değeri 2-3 arasındadır. Zemin hakim titreşim periyodu 0.40- 0.75 arasında değişmektedir. Bölgede C-Z3 zemin grubu hakim olup, SC/CL/CH zemin sınıflarından oluşmaktadır.

#### 14. Bağbaşı Mahallesi

Kuzeyinde Çukurçayır Mahallesi, kuzeydoğusunda Kayabaşı Mahallesi, doğu ve güneyinde Kuşdilli Mahallesi yer almaktadır. Bağbaşı Mahallesi batısı henüz imara açılmamış, Kırşehir İli' nin batısında yer alan bir mahalledir. Mahalle için 13 adet sondaj logu toplanmıştır. Bunlar; Sk 1, Sk2, Sk3, Sk5, Sk8, Sk11, Sk74, Sk75, Sk76, Sk78, Sk81, Ösk6, Ösk50. Bunlardan; Sk 5 mahalle için tip sayılabilecek zemin profili seçilmiştir. Buna göre zemin profili aşağıdaki gibidir.

0.00-0.30 Bitkisel toprak

0.30-2.60 İnce kil bantları içeren, çakıllı, kumlu, siltli, çok katı kil

2.60-4.15 Kırmızımsı kahverenkli, kum bantları içeren, çakıllı, kumlu, siltli çok katı kil

4.15- 5.30 Kahverenkli, bloklu, çakıllı, kumlu, siltli sert kil

5.30-12.45 Kırmızımsı kahverenkli, yer yer ince çakıl- kum bantları içeren çakıllı, kumlu, siltli çok katı kil.

Tablo 5.16. Bağbaşı Mahallesi sınırları içerisinde yapılan sondajlar ve derinlikleri, YASS, eşdeğer SPT-N, Kayma Dalgası Hızı, Zemin Büyütme ve Zemin Periyotları değerleri, Zemin Cinsleri ve Grupları.

Sondaj No	Sondaj Derinliği (m)	YASS (m)	Eşdeğer SPT-N Değeri	Kayma Dalgası Hızı(m/s)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim T.Periyodu	Zemin Grubu	Zemin Sınıfı
Sk1	6.45	-	20	242	2.53	0.50	C-Z3	CL
Sk2	7.85	-	53	400	1.87	0.30	B-Z2	CH
Sk3	6.45	-	34	318	2.14	0.38	B-Z2	CH
Sk5	12.45	2.90	34	318	2.14	0.38	B-Z2	CH
Sk8	10.95	-	51	392	1.89	0.31	B-Z2	CH
Sk11	15.43	3.40	9	160	3.24	0.75	D-Z4	CH
Sk74	6.10	-	47	375	1.94	0.32	B-Z2	SC
Sk75	6.45	-	37	332	2.09	0.36	B-Z2	SC
Sk76	6.27	-	35	323	2.13	0.37	B-Z2	CL
Sk78	9.45	-	26	277	2.33	0.43	C-Z3	CL/SC
Sk81	10.95	3.50	11	177	3.04	0.68	D-Z4	SC
Ösk6	10.00	-	20	242	2.53	0.50	C-Z3	CL
Ösk50	10.00	-	27	282	2.30	0.43	C-Z3	CL

Tablo 5.16 incelendiğinde SPT-N değerlerinin diğer mahallelere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. En düşük eşdeğer SPT-N değeri 9, en yüksek değeri 53, ortalama değeri ise 31 civarındadır. Eşdeğer SPT-N değerlerinin düştüğü yerler incelendiğinde genelde Kayabaşı Mahallesi'ne yakın olan yerlerdir. Sondaj derinlikleri 6.10-15.45 metreler arası değişmektedir. Çoğunlukla yeraltı suyuna rastlanmamakla birlikte bazı yerlerde 3 m den sonra yeraltı suyu görülmüştür. Mahallenin genelinde B-Z2 zemin grubu hakim olup, yer yer C-Z2 ve D-Z4 zemin grupları da görülmektedir. Kayma dalgası hızları 300-400 m/s arasında değişmekte olup, buna karşılık gelen zemin büyütme değerleri 0.00-0.50 değerleri arasındadır.

### 5.5. Zemin Büyütmelerinin Sismik Kırılma Deneyleri İle Hesaplanması

Kırşehir kent merkezinde gerçekleştirilen jeofizik çalışmalarda, sismik kırılma ve mikrotremör yöntemleri kullanılmıştır. Sismik kırılma çalışmaları ile zeminin dinamik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmış, P ve S (kayma) dalgası hızları beş profil boyunca (A,B,C,D ve E) ölçülmüştür. Çalışmalarda ABEM Terroloc MK6 tipinde 12 kanallı sismik kırılma ve mikrotremör yöntemleri kullanılmıştır. Yeraltı hız modeli p ve S kırılma verisinin ilk geliş zamanı değerlerinden ölçü profilleri boyunca hesaplanmıştır. Sismik kırılma profilleri, her biri 72 metre uzunluğundaki jeofon serimleri ile oluşturulmuştur. Her serimde P ve S dalgası kayıtları için beşer atış

yapılmış olup, atış noktası ile en yakın jeofon uzaklığı 3 metre, jeofonlar arası uzaklık 6 metredir. Bu atışlardan elde edilen kırılma dalgası ilk geliş zamanları kayıtlardan okunarak, ön veri- işlem aşaması A.Ü. Fen Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümünde geliştirilen bilgisayar programları ile yapılmıştır. Yorumlama ise, iki boyutlu model kullanan, Seisopt- 2D ters –çözüm program ile gerçekleştirilmiştir. İki boyutlu P ve S dalgası hız dağılımı, yatay eksen mesafe ve düşey eksen derinlik (veya yükseklik) olmak üzere kesitler şeklinde sunulmuştur.

Ayrıca, S dalga hızlarından yararlanılarak, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet Bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında Yönetmelik de (1999) verilen Tablo 12.1 – Zemin Grupları kullanılarak, her profilde derinliğe bağlı olarak iki boyutlu zemin sınıflama kesitleri hazırlanmıştır. Hız değişimini daha iyi belirtilebilmek amacı ile C ve D grubu zeminler C1- C2 ve D1-D2 olarak iki alt gruba daha bölünmüştür. S dalga hızı yapılan zemin gruplamasında kullanılan hız aralıkları aşağıdaki gibidir.

<b><u>Zemin Grubu</u></b>	<b><u>Kayma Dalgası Hızı</u></b>
A	> 700
B	400-700
C1	300-400
C2	200-300
D1	200-100
D2	< 100

Burada verilen C1, C2, D1 ve D2 ayrımları, C ve D grubu zeminlerde kayma dalgası hız dağılımının daha iyi gözlenebilmesi için yapılmıştır.

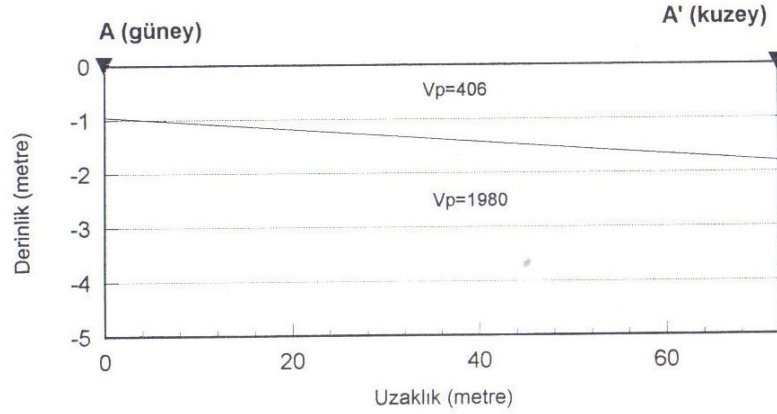
Mikrotremör ölçüleri, Geotech Ks-10 modeli geniş banda sismometre ve Geotech DL-24 kayıtçı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 15 istasyonda zamana karşı partikül hızları üç bileşenli (düşey, kuzey-güney ve doğu-batı) olarak ölçülmüştür. Her ölçü istasyonunda, her biri 5 dakikalık üç mikrotremör kaydı alınmıştır. Yapay gürültülerden etkilenmemek için kent içerisindeki çalışmalar gece geç saatlerde sürdürülmüştür. Zamana karşı alınan ölçümler, Fourier Dönüşümü ile frekans ortamına aktarılarak, ivme ve parçacık hızı genlik spektrumu hesaplanmıştır. Hesaplanan spektrumlar ve etkili

periyod eklerde verilmiştir. Ayrıca, yatay bileşenin (H), düşey bileşene (Z) oranı deprem sırasında zeminin genlik büyütme oranını verdiğinden, risk açısından bilinmesi gereken bir parametredir.

### 5.5.1. Sismik Kırılma Hatlarının Değerlendirilmesi

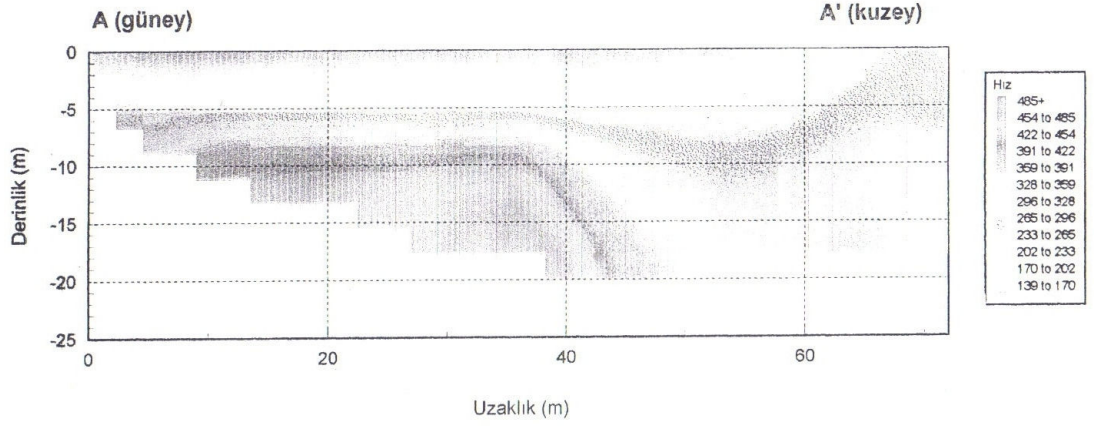
#### A profili

Profil uzunluğu 72 metredir. Şekil 5.7’ de P dalga hız kesiti verilmiştir. Yüzeyde 1-1,5 m kalınlığında dalga hızı düşük yüzey katmanının altında P dalga hızı 1980m olan bir ortam bulunmaktadır. Şekil den de görüldüğü gibi P dalga katmanlama ile ilgili fazla bir bilgi vermemektedir.



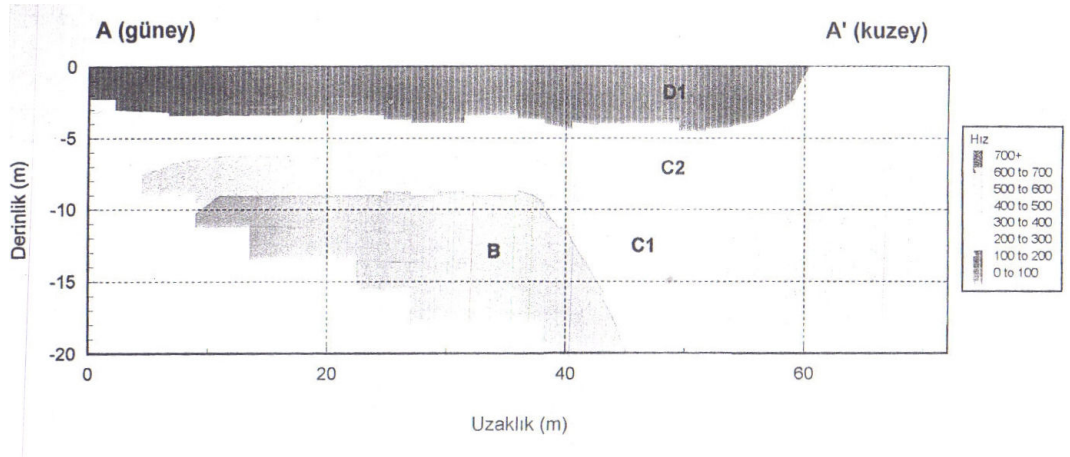
Şekil 5.7. A profili P dalga hız kesiti.

Şekil 5.8’ de S dalgası hız kesiti verilmiştir. Bu profil üzerinde, profil boyunca değişen kalınlıkta ve ortalama 3-5 metrelik D grubu bir zemin bulunmaktadır.



Şekil 5.8. A profili S dalga hız kesiti.

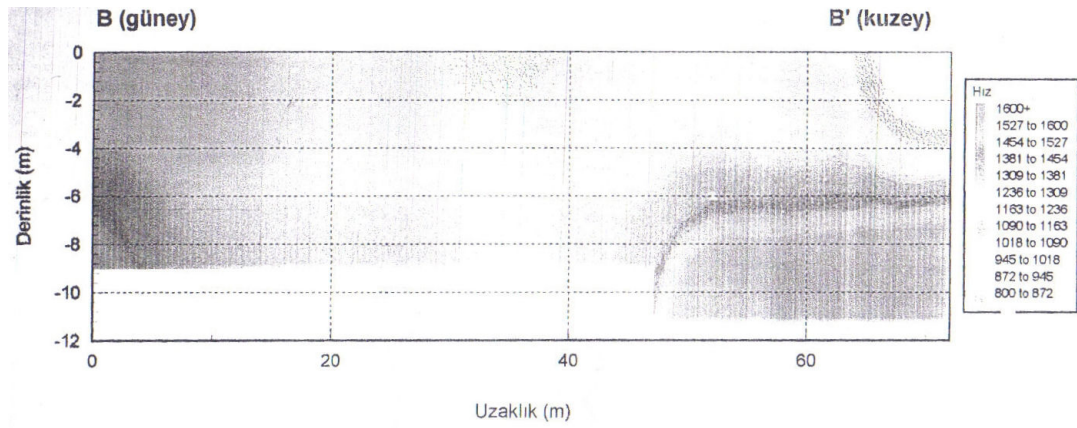
Şekil 5.9’ da S dalgası hızına bağlı olarak yapılan zemin gruplaması görülmektedir. Alüvyon kalınlığı kuzeye doğru artmaktadır.



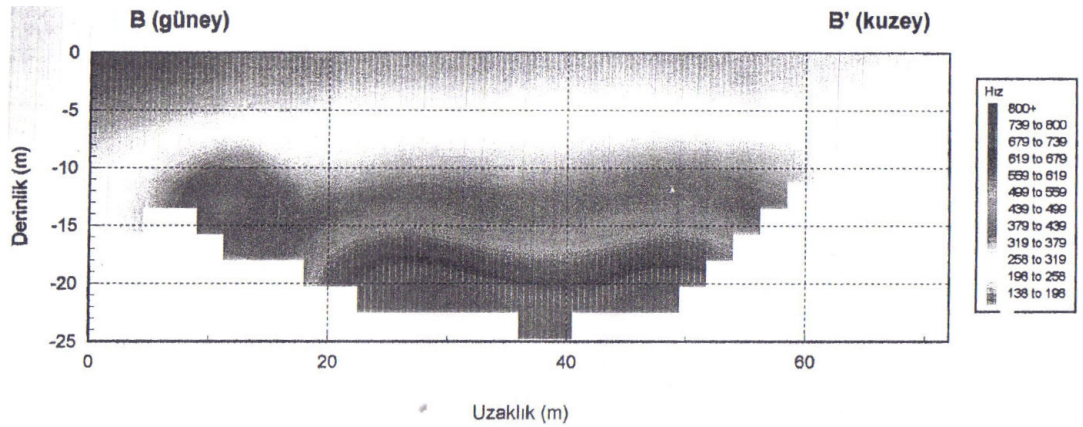
Şekil 5.9. A profili (S) kayma dalgası hız aralıkları.

### B Profili

A profilinin hemen kuzeybatısında ve 30 m uzağında kalan bu profil 72 m uzunluğundadır. P ve S dalgası hız modelleri sırası ile Şekil 5.10 ve 5.11’ de verilmiştir. Bu modeller hemen hemen yatay bir tabakalanmayı işaret etmektedir

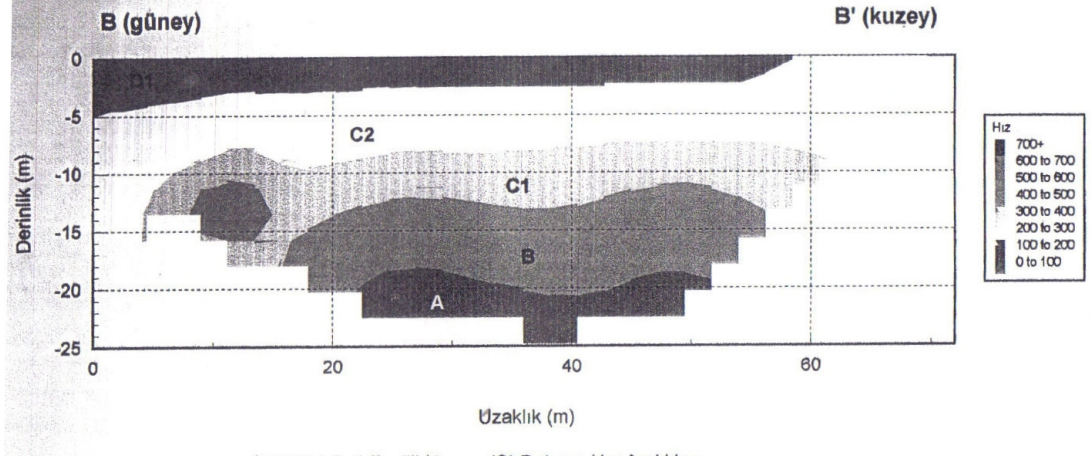


Şekil 5.10. B profili P kayma dalgası hız modeli.



Şekil 5.11. B profili P kayma (S) dalgası hız modeli.

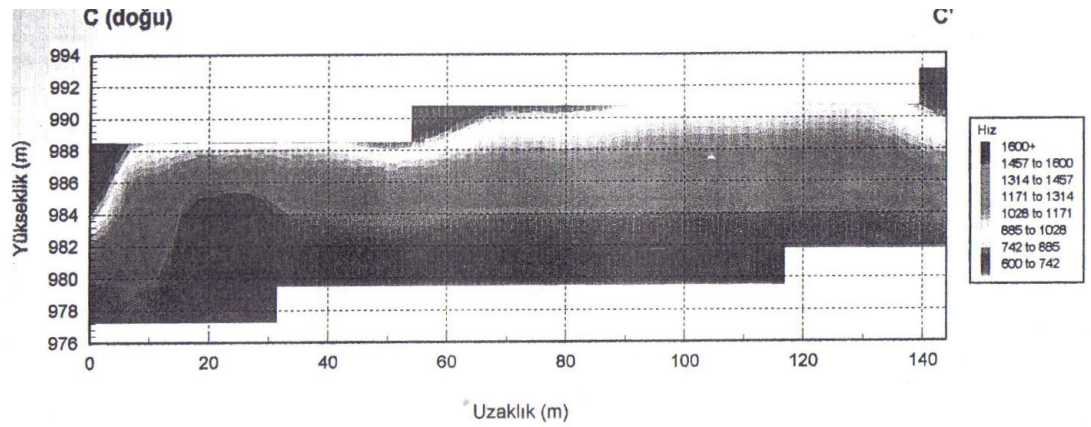
Şekil 5.12' den görüleceği gibi yüzeyde profil boyunca değişen kalınlıkta ( 3-5m ) D grubu bir zemin bulunmaktadır.



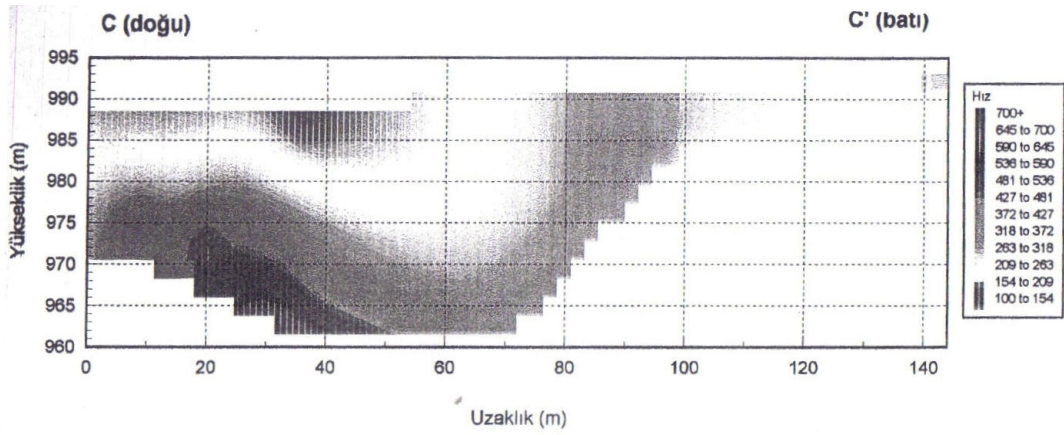
Şekil 5.12. B profili (S) kayma dalgası hız aralıkları.

### C Profili

Bu profil, iki serimden oluşmakta olup, uzunluğu 144 metredir. Profil yönü, A profiline dik olacak şekilde doğu batı seçilmiştir. Şekil 5.13 ve şekil 5.14' de sırası ile P ve S dalga hızı modelleri görülmektedir.

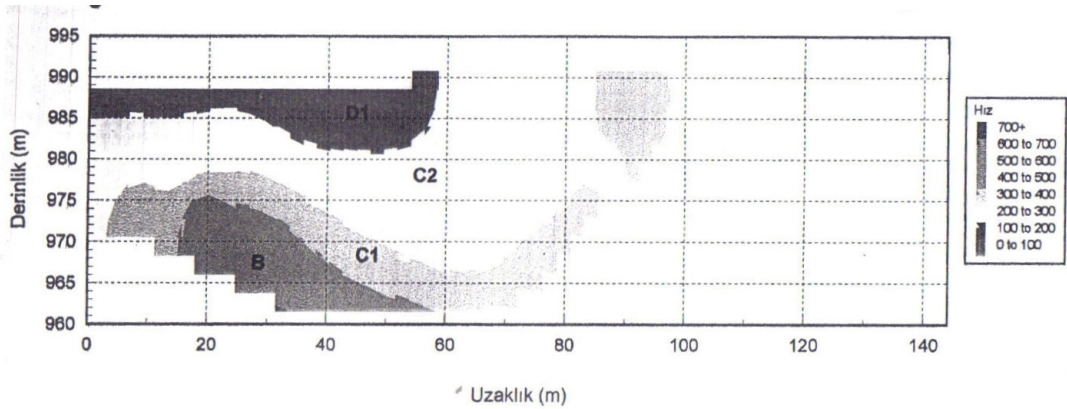


Şekil 5.13. C profili P kayma dalgası hız modeli.



Şekil 5.14. C profili kayma (S) dalgası hız modeli.

Şekil 5.15' te ise S dalgası hız gruplaması görülmektedir. D grubu zemin 3-5 metre kalınlığında olup, 57. metreye kadar devam etmektedir. Buradan, batıya doğru C grubu zeminlere geçiş görülmektedir.

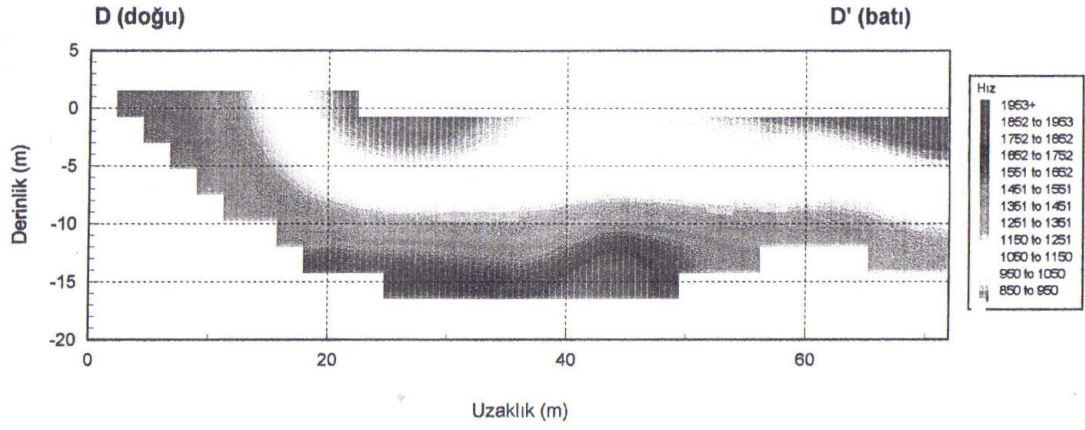


Şekil 5.15. C profili (S) kayma dalgası hız aralıkları.

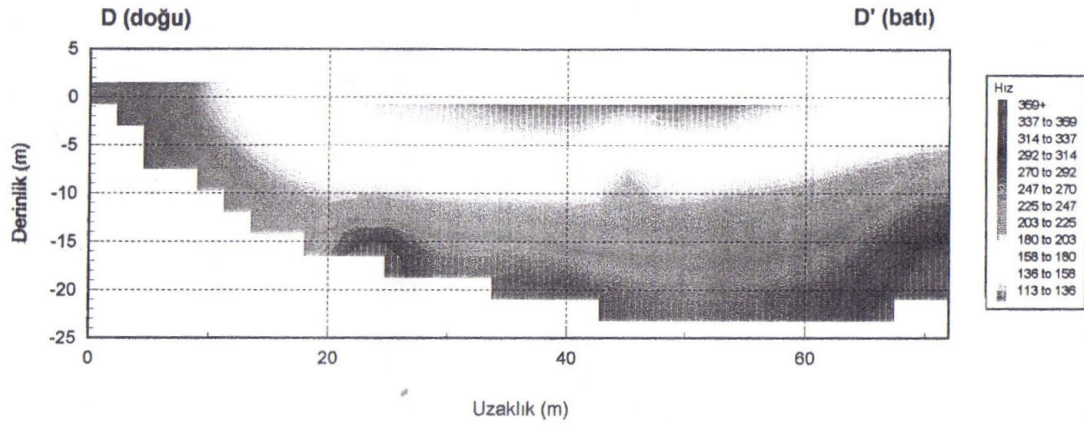
### D Profili

Bu profil 72 metre uzunluğundadır. Profil yönü doğu- batıdır. Şekil 5.16 da P dalgası ve şekil 5.17' de S dalgası hız modelleri verilmiştir. Bu profilde kalın bir D grubu zemin bulunmaktadır ve kalınlığı yer yer 10 metreden fazladır. Sismik etüt ile incelenebilen 20 m derinliğe kadarda C grubu zeminler bulunmaktadır. Doğuya doğru gidildikçe D grubu zeminlerin kalınlığı incelmekte ve C grubu zeminlere geçiş gözlenmektedir (şekil 5.18).

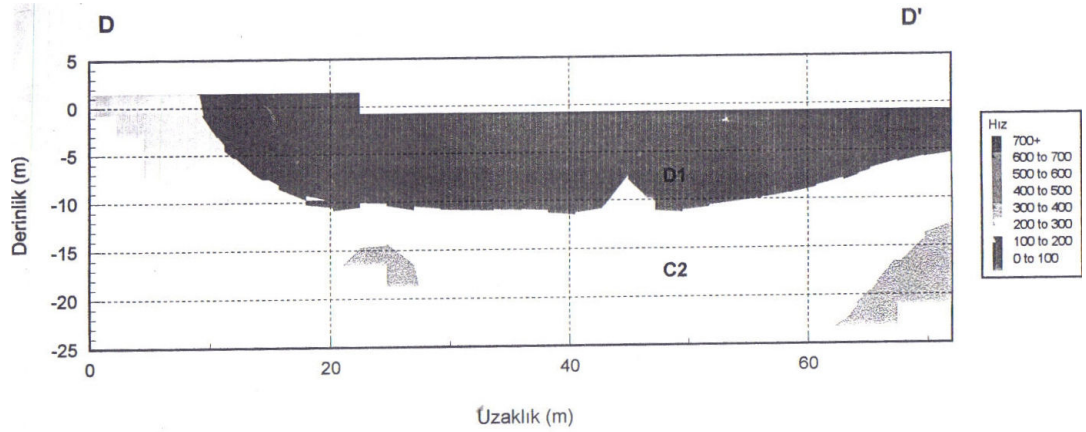




Şekil 5.16. D profili P kayma dalgası hız modeli.



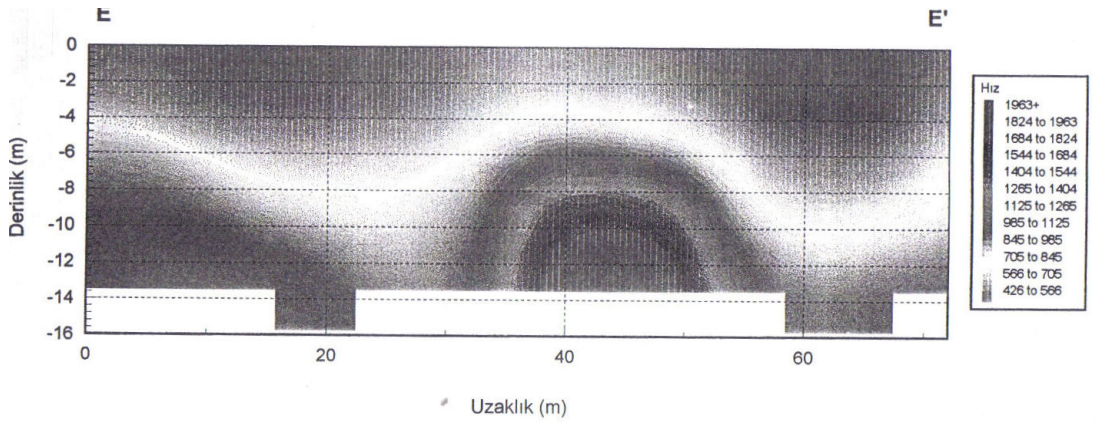
Şekil 5.17. D profili kayma (S) dalgası hız modeli.



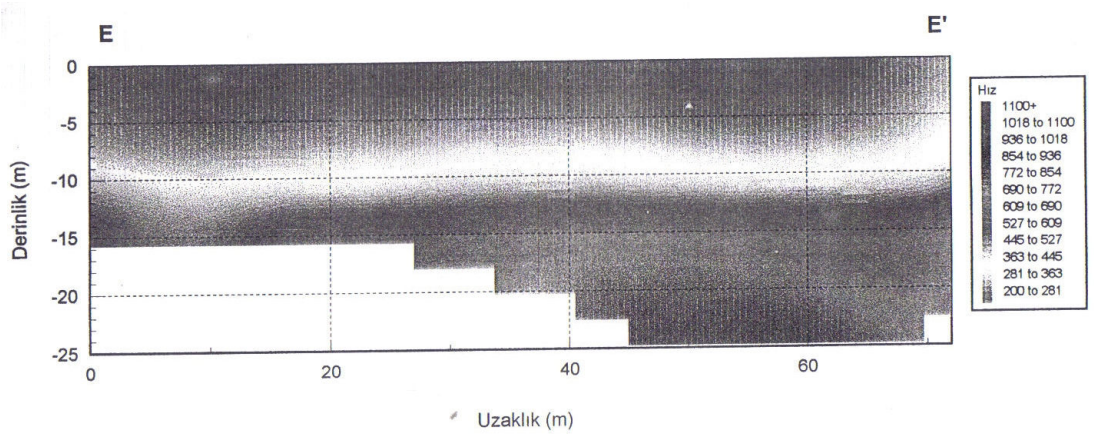
Şekil 5.18. D profili (S) kayma dalgası hız aralıkları.

### E Profili

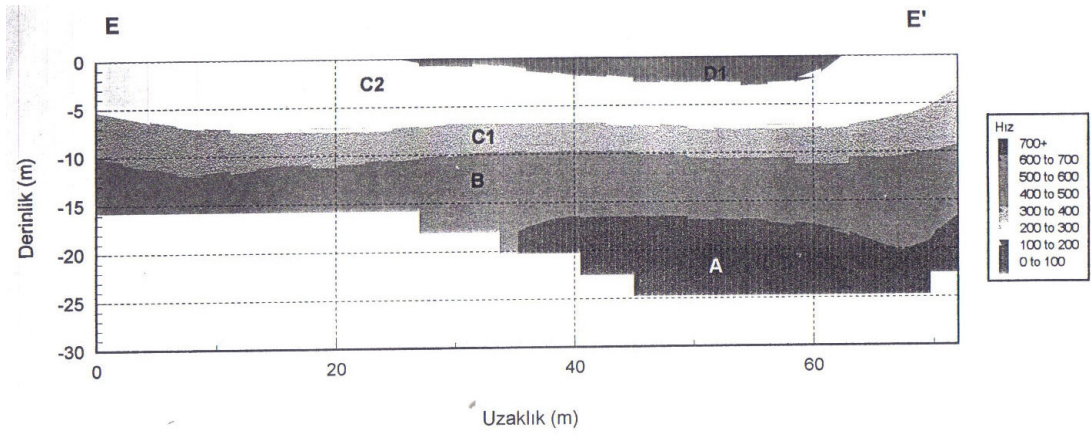
Tek serimden oluşan bu profil 72 metre uzunluğundadır. Şekil 5.19 ve 5.20' de sırası ile P ve S dalgası hız modelleri görülmektedir. S dalgası hızına bağlı olarak yapılan zemin gruplamasında ise profilin 30 ve 60 metreleri arasında ince bir D grubu zemin bulunmaktadır. (Şekil 5.21) profil üzerinde hakim zemin grubu C olup, 10 metre kalınlığındadır.



Şekil 5.19. E profili P kayma dalgası hız modeli.



Şekil 5.20. E profili kayma (S) dalgası hız modeli.



Şekil 5.21. E profili (S) kayma dalgası hız aralıkları.

### 5.5.2. Mikrotremör Ölçümleri

Kırşehir ili ve çevresinde Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü tarafından yapılan mikrotremör (mikro sarsıntı) ölçümleri ile bölgede olası bir deprem sırasında bölgenin yer yapısının davranışına yönelik yerin davranış özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Alınan veriler ışığında bölgedeki ölçüm noktalarında yer hakim periyodu ve zemin büyütme faktörü belirlenmiştir. Çalışmalar sırasında Geotech Instruments, LLC firması tarafından üretilen DL-24 kayıt cihazı ve KS-10 tipi sismometre ile üç bileşenli mikrotremör kayıtları alınmıştır. Zamana karşı ölçülen partikül hızlarının Fourier Dönüşümleri alınarak, frekans bölgesinde genlik spektrumları hesaplanmıştır.

Kayıt noktalarından alınan verilerin mikrotremör analizleri, Geotech Instruments, LLC firması tarafından geliştirilen RATIO bilgisayar programı ve bölüm bünyesindeki programlar ile yapılmıştır. Veri işlem aşamasında, ölçüm noktalarına göre verilerin büyütme spektrumları, ivme spektrumları ve hız spektrumları hesaplanmış ve ekte sunulmuştur. ( Ek 5) Yatay (H) ve Düşey (Z) bileşenler ait genlik spektrumları ve zemin dalgası büyütme değerini veren H/Z oranları her ölçü istasyonu için verilmiştir. Büyütme oranı bir çarpan olup, 1 olması durumunda gelen deprem dalgasının genliklerinin değiştirilemeyeceğini gösterir. Büyütme oranının büyük değerlere doğru kayması durumunda, gelen dalga genlikleri zemin tarafından arttırılacaktır.

Ölçüm noktalarında veriler, trafik ve şehir gürültüsünden mümkün olduğunca arındırılmış koşullarda ve çoğunlukla gece alınmıştır. Ölçüm noktaları, yapılan sismik profiller üzerinde ve diğer jeolojik birimler üzerinde yapılmıştır.

Ölçü istasyonlarının kısaltılmış adları aşağıda verilmiştir ve ölçüm sonuçlarının özeti izleyen şekildedir.

**KRA İstasyonu : Sismik C Profili başlangıç noktası**

Hakim titreşim periyodu 0.28 saniye olarak bulunmuştur.

0.28 saniye periyot da büyütme faktörü= 1.3

0.40 saniye periyot da büyütme faktörü= 1.1

**KRB İstasyonu : Sismik B profili 15. metre**

Hakim titreşim periyodu 0.26 saniye olarak bulunmuştur.

0.26 saniye periyot da büyütme faktörü = 0.9

0.40 saniye periyot da büyütme faktörü = 2.6

**KRC İstasyonu: Sismik C Profili 72. metre**

Hakim titreşim periyodu 0.25 saniye olarak bulunmuştur.

0.25 saniye periyot da büyütme faktörü = 0.9

**KRD İstasyonu : Sismik D Profili başlangıç noktası**

Hakim titreşim periyodu 0.24 saniye olarak bulunmuştur.

0.24 saniye periyot da büyütme faktörü=0.7

0.50 saniye periyot da büyütme faktörü=3.8

**KRE İstasyonu: Sismik D Profili 36. metre**

Hakim titreşim periyodu 0.25 saniye olarak bulunmuştur.

0.25 saniye periyot da büyütme faktörü =1.6

**KRF İstasyonu: Terme Şadırvan**

Hakim titreşim periyodu 0.23 saniye olarak bulunmuştur.

0.23 saniye periyot da büyütme faktörü =0.3

**KRG İstasyonu : Medrese Mah. 74. Sok. Özer At. Bahçesi**

Hakim titreşim periyodu 0.26 saniye olarak bulunmuştur.

0.26 saniye periyot da büyütme faktörü=1.9

**KRH İstasyonu: İkizarası Mevkii Genç Yapı Ortaklığı**

Hakim titreşim periyodu 0.34 saniye olarak bulunmuştur.

0.34 saniye periyotda büyütme faktörü =2.4

**KRJ İstasyonu: Terme Cad. Birlik Apt. Bahçesi**

Hakim titreşim periyodu 0.36 saniye olarak bulunmuştur.

0.36 saniye periyotda büyütme faktörü =4

0.45 saniye periyotda büyütme faktörü= 5

**KRK İstasyonu: Terme Cad. Birlik Apt. Bahçesi**

Hakim titreşim periyodu 0.34 saniye olarak bulunmuştur.

0.35 saniye periyotda büyütme faktörü =1.1

**KRL İstasyonu: Sismik E Profili Başlangıç Noktası**

Hakim titreşim periyodu 0.14 saniye olarak bulunmuştur.

0.14 saniye periyotda büyütme faktörü = 2.5

**KRM İstasyonu: Kervansaray Toplukonut Alanı Mehtap Tepesi**

Öğr. Evleri No: 8 karşısındaki alan

Hakim titreşim periyodu 0.18 olarak bulunmuştur.

0.18 saniye periyotda büyütme faktörü = 1.9

**KRN İstasyonu: Yüce Yapı Koop. No: 52 Karşısındaki Alan**

Hakim titreşim periyodu 0.16 saniye olarak bulunmuştur.

0.16 saniye periyot da büyütme faktörü = 3

0.20 saniye periyot da büyütme faktörü =3.7

**KRP İstasyonu: Mehmet Akif Ersoy Lisesi Bahçesi**

Hakim titreşim periyodu 0.17 saniye olarak bulunmuştur.

0.17 saniye periyot da büyütme faktörü =1.2

**KRR İstasyonu :Terme Cad. 738. Sok.Zafer Matbaa Karşısındaki Boş arsa**

Hakim titreşim periyodu 0.20 saniye olarak bulunmuştur.

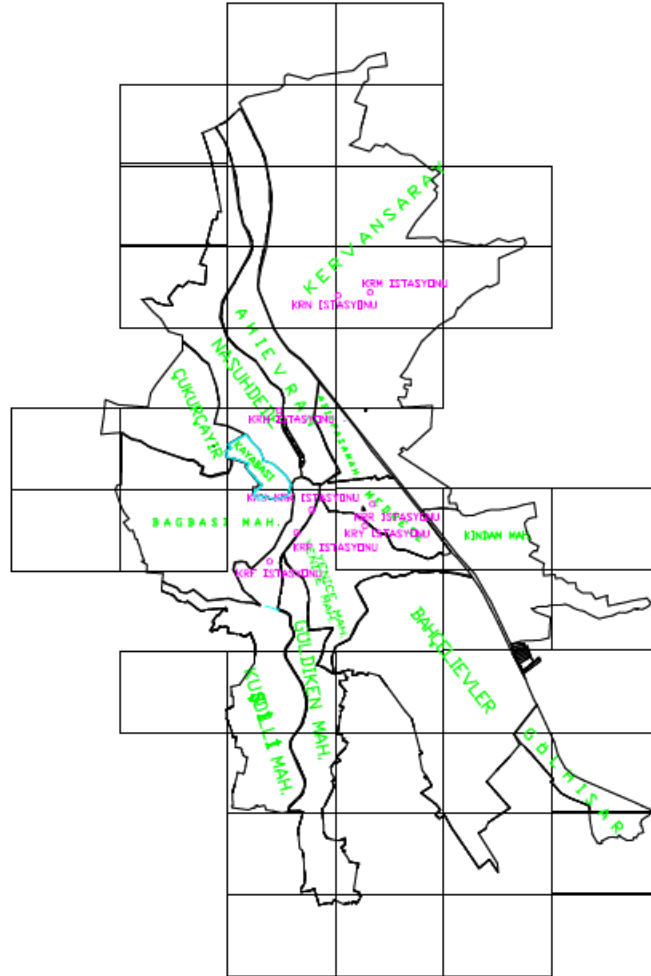
0.20 saniye periyot da büyütme faktörü =0.8

**KRY İstasyonu: Kozbeyler Sitesi, Yenice Mahallesi**

Hakim titreşim periyodu 0.35 saniye olarak bulunmuştur.

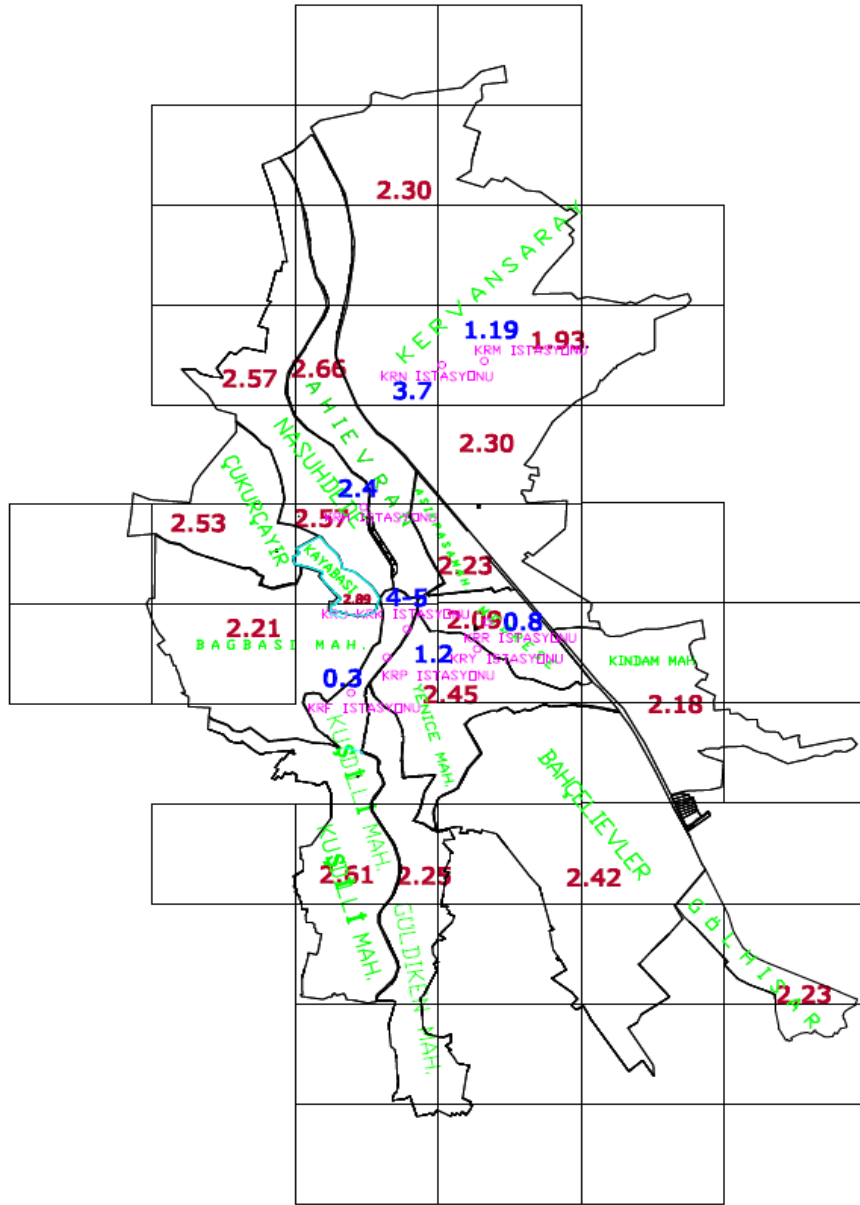
0.35 saniye periyot da büyütme faktörü= 1.2

Bu kısımda sismik kırılma etüdünde yerinde ölçülerek bulunan kayma dalgası hızı kullanılarak hesaplanmış olan zemin büyütme değerleri kullanılacaktır. Kırşehir için zemin büyütme değerlerine göre oluşturulan mikrobölgeleme modeli, arazi deneyleri içerisinde modellemeye uygun yeterli deney sayısının olmaması sebebi ile sadece, 16 noktadaki sismik kırılma deney sonuçları kullanılarak yapılmıştır. Bu noktaların hepsinin yerlerine ulaşılamamıştır. Sadece 8 istasyon noktasının koordinatlarına ulaşılabilmektedir. Şekil 5.22’ de Sismik kırılma etüt yerleri verilmiştir.



Şekil 5.22. Sismik kırılma etüd yerleri.

Daha sonra mikrotremör çalışmalarıyla Kırşehir Belediyesi tarafından yaptırılan çalışmada elde edilmiş kayma zemin büyütme ile bulunmuş değerler SPT-N den elde edilen zemin büyütme verileri ile birleştirilerek Kırşehir İli' nin zemin büyütmesine göre mikrobölgeleme haritası oluşturulmuştur. Bu amaçla ilk önce eş değer SPT-N den hesaplanan zemin büyütme değerleri ve sismik kırılmada yerinde ölçülen zemin büyütme değerleri birleştirilerek haritada gösterilmiştir (Şekil 5.23).



Şekil 5.23. Eşdeğer SPT-N den hesaplanan ve mikrotremör ölçüleriyle bulunan zemin büyütme değerlerine göre mikrobölgeleme haritası.





## 5.6. Sonuçlar

Bu b6l6mde Kırşehir İli Geoteknik yapısı incelenip, yerel zemin koşulları araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan sondaj et6tlerinin 119 adedi Kırşehir Belediyesinden, diğer 66 adedi ise 6zel m6hendislik şirketlerinden toplanmıştır. Ayrıca Kırşehir Belediyesi tarafından Ankara 6niversitesi Jeoloji M6hendisliği B6l6m6ne yaptırılan Mikrotremor 6l6mlerinden faydalanılmıştır. Bu verilerle yapılan çalışmalar sonucu 2006 Yılı Deprem B6lgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Y6netmeliğe g6re yerel zemin sınıfları belirlenmiştir.

Sondaj noktalarındaki SPT-N sayılarının b6lgedeki değişimleri incelenmiştir. Penetrasyon deneylerinde zemin rijitliklerinin belirlenmesi için tabaka kalınlıklarına g6re ağırlıklı ortalamaları eşdeğer SPT-N sayıları hesaplanmıştır.

Hesaplanan eşdeğer SPT-N değerleri ile İyisan (1996) bağıntısı ile derinlik boyunca ve 6st tabaka 30 m kabul6 ile yine tabaka kalınlıklarına g6re ağırlıklı ortalamaları alınarak eşdeğer kayma dalgası hızları hesaplanmıştır. Kayma dalgası hızlarından da Midorikawa (1987) bağıntısı ile zemin b6y6tmesi belirlenmiştir. Ayrıca sismik kırılma et6t deneylerinden elde edilen kayma dalgası hızları kullanılarak bulunan zemin b6y6tme değerleri ile, eşdeğer SPT-N değerlerinden bulunan zemin b6y6tme değerleri karşılaştırılıp zemin b6y6tmelerine g6re mikrob6lgeleme haritası oluşturulmuştur.

## 6. BÖLÜM

### GENEL SONUÇLAR

Sismik mikrobölgeleme çalışmalarında; inceleme alanı içinde başta jeolojik birimler, yerel zemin özellikleri, eşdeğer kayma dalgası hızı, zemin büyütme ve hakim periyodu gibi parametrelerin etkin olduğu ve farklı değişimler gösterdiği bilinmektedir. Bir sismik mikrobölgelemenin amacı, olabilecek depremlere karşı daha hazırlıklı olmak ve deprem hasarlarını en aza indirmek için yapılacak çalışmalara bir temel oluşturmaktır. Ancak sismik bölgeleme parsel bazında bir değerlendirme olmadığı için inşaat aşamasından önce yapı önemine bağlı olarak yerel zemin koşullarının etkilerini belirleyecek çalışmalar muhakkak yapılmalıdır.

Bu tez kapsamında; mikrobölgeleme üç aşamada incelenmiştir. İlk aşamada, bölgenin jeolojik yapısı araştırılmıştır. İkinci aşamada, bölgenin deprenselliği incelenmiş ve üçüncü aşamada ise, bölgedeki yerel zemin koşulları belirlenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda aşağıdaki yargılara kanaat getirilmiştir.

Kırşehir İli deprem analizi; Kandilli Rasathanesi tarafından internete aktarılmış olan, 1928'den bu yana ülkemiz sınırları içerisinde ölçülmekte olan deprem manyitüdlerinden yararlanılmıştır. Kırşehir (merkez) ve 100 km yarıçapına sahip olan bir alan taranarak sismotektonik bölge kabul edilmiştir. Bölgenin yıllık en büyük değerleri elde edilmiş ve Maksimum Olabilirlik (ML) ve Olasılık Ağırlıklı Momentler (PWM) yöntemlerine göre parametreleri hesaplanmış olan, Log- Normal-3, Genel Ekstrem ve Log- Pearson-3 dağılımlarından faydalanılmıştır. Elde edilen değerler hem grafik üzerinde hem de sayısal olarak verilmiştir. Bu şekilde belirli bir süre içerisinde ve belirli bir aşılma oranı içinde deprem tasarım büyüklükleri bulunmuştur.

Yapılan analiz sonucu; hizmet ömrü 50 yıl kabul edilen ve % 10 risk taşıyan yapılar için tekerrür periyodu 166 yıl olarak bulunmuştur. Herhangi bir yılda deprem meydana

gelme olasılığı sıfır olarak kabul edildiğinde, 50 yıllık hizmet ömrü içinde en az bir kez aşılma olasılığı kısaca riski % 10 olan kritik deprem şiddetinin ortalama tekerrür periyodu 475 yıl olduğu bilinmektedir. Sıfır veya sıfıra çok yakın şiddette deprem içeren yıllarının olasılığının % 65 olması, tasarım depremi ortalama tekerrür periyodunun 475 yıldan 166 yıla düşmesine sebep olduğu görülmüştür. Bu da tasarım deprem şiddetinin az da olsa küçülmesine sebep olmuştur.

Deprem Risk analizinde; ekonomik ömrü 50 yıl olan ve % 10 risk taşıdığı kabul edilen mühendislik yapıları için dayanmaları gereken deprem büyüklükleri, Maksimum Olabilirlik Yöntemine göre Log- Normal-3, Genel Ekstrem ve Log- Pearson-3 e göre sırasıyla; 7.1, 7.0, 7.0 olarak bulunmuştur. Olasılık Ağırlıklı Momentler (PWM) yöntemine göre Log- Normal-3, Genel Ekstrem ve Log- Pearson-3' e göre sırasıyla; 7.2, 7.6, 7.5 bulunmuştur.

Çalışmanın diğer kısımlarında; Kırşehir İlinin geoteknik yapısı incelenip, yerel zemin koşulları araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan sondaj etütlerinin 119 adedi Kırşehir Belediyesinden, diğer 66 adedi ise özel mühendislik şirketlerinden toplanmıştır. Ayrıca Kırşehir Belediyesi tarafından Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne yaptırılan mikrotremor ölçümlerinden faydalanılmıştır. Bu verilerle yapılan çalışmalar sonucu 2006 Yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe göre yerel zemin sınıfları belirlenmiştir. Buna göre; İl genelinde C grubu Z3 yerel zemin sınıfının hakim olduğu görülmüştür. Yer yer B-Z2, D-Z4 zemin sınıflarına da rastlanmaktadır.

Sondaj noktalarındaki SPT-N sayılarının bölgedeki değişimleri incelenmiştir. Penetrasyon deneylerinde zemin rijitliklerinin belirlenmesi için tabaka kalınlıklarına göre ağırlıklı ortalamaları eşdeğer SPT-N sayıları hesaplanmıştır. Mahalle bazında incelenecek olursa en yüksek SPT-N değerleri, Kındam Mahallesi, Medrese Mahallesi ve Bağbaşı Mahallesi; en düşük SPT-N ler ise Nasuhdede, Ahievran ve Kayabaşı Mahallesi; görülmüştür.

Hesaplanan Eşdeğer SPT-N değerleri ile İyisan (1996) bağıntısı ile derinlik boyunca ve üst tabaka 30 m kabulü ile yine tabaka kalınlıklarına göre ağırlıklı ortalamaları alınarak eşdeğer kayma dalgası hızları hesaplanmıştır. Kayma dalgası hızlarından da

Midorikowa (1987) bağıntısı ile zemin büyütmesi belirlenmiştir. Ayrıca sismik kırılma etüt deneylerinden elde edilen kayma dalgası hızları kullanılarak bulunan zemin büyütme değerleri ile eşdeğer SPT-N değerlerinden bulunan zemin büyütme değerleri karşılaştırılıp zemin büyütmelerine göre mikrobölgeleme haritası oluşturulmuştur.

Zemin büyütmesi ortamın mukavemeti ile ilgili bilgi vermektedir. Büyütme değerleri ölçüm alınan birimin sağlamlığıyla ters orantılıdır. Eşdeğer SPT-N den bulunan zemin büyütmeleri incelendiğinde; B grubu zeminlerde 1.72-2.21, C grubu zeminlerde 2.21-2.82, D grubu zeminlerde ise 2.82- 4.16 değerlerinde olduğu saptanmıştır. Sismik kırılma ölçümlerinden elde edilen büyütme değerleriyle, kayma dalgası hızı kullanılarak bulunan zemin büyütme değerleri karşılaştırıldığında, Midorikowa (1987) bağıntısı ile bulunan değerler daha yüksek çıkmaktadır. İki yöntemle bulunan değerler karşılaştırıldığında; Nasuhdede ve Ahievran Mahallesi alanı içersinde kalan istasyon verileriyle bulunan değerler, eşdeğer SPT-N den bulunan değerler birbirine yakın gözlenmiştir. Kervansaray mahallesinde de bazı yerlerde uyumludur ancak diğer yerlerde çok farklı olduğu saptanmıştır. Ancak sismik kırılma deney istasyonlarının hepsine ulaşamadığı için kesin bir şey söylemek mümkün değildir. Bu nedenle kesin bir kanaate varılamamıştır.

Bölge için zemin büyütmeleri 3 gruba ayrılabilir. Bunlar; 1.5' den küçük, 1.5-2.5 orta ve 2.5 'den büyük büyütme değerleridir. 1.5' den küçük değerler düşük tehlike düzeyine sahip bölgeler olarak düşünülebilir. 1.5-2.5 arası orta tehlike, 2.5'den büyük olanlar ise detaylı jeofizik ve jeoteknik araştırmalar gerektiren bölgelerdir. Bu gruplandırmaya göre; Kayabaşı Mahallesi başta olmak üzere, Nasuhdede, Ahievran, Çukurçayır ve Kuşdilli Mahallelerinde detaylı jeofizik ve jeoteknik araştırmalar yapılmalıdır.

Büyütmede olduğu gibi zemin hakim titreşim periyodu değeri de zeminin sağlamlığı ve sıklığı hakkında bilgi verir. Periyot değeri ölçüm alanının sağlamlığı ile ters orantılıdır. Gevşek bir zeminde ilerleyen dalga'nın periyodu uzun olmaktadır. Birim ne kadar sağlamısa periyot değeri o kadar küçük, zayıfsa o kadar büyük elde edilmektedir. Bu bilgilere göre yapılan çalışmada zemin hakim titreşim periyotları yerel zemin sınıflarına göre değişimi incelendiğinde; B grubu zeminlerde 0.26-0.40, C grubu zeminlerde 0.40-0.60, B grubu zeminlerde ise 0.60-0.85 dir. Yapıların hakim periyotları, rijitlikleri ve kat sayılarına bağlı olarak 0.05 saniyeden başlayıp 1-2 sn arasında değişebilmektedir.

Bir katlı çerçeve yapılarda 0.1 sn, 4 kata kadar alçak yapılarda 0.5 sn, 10-20 katlı binalarda ise 1-2 sn dir. Bu nedenle; çalışma alanında D grubu zeminlerin bulunduğu bölgelerde 5 katın altında yapılar yapılmalıdır. B grubu zeminlerin olduğu alanlarda rezonans olayından kaçmak için 5 katın üzerinde yapı yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Yapılan mikrobölgeleme çalışmalarında noktasal parametreler bölgeselleştirildiği için bulunan değerler kesin olmayıp, yapı tasarımı için gerçekleri tam olarak yansıtamayabilir. Bu nedenle binaların daha güvenli olabilmesi için parsel bazında inceleme yapılması daha sağlıklı olacaktır. Burada da yapıların önemi açısından bir sınıflandırılma yapılabilir. Örneğin iki katlı bir bina yapı için bölgeleme sonucu bulunan değerler tasarım parametreleri için yeterli görülebilir. Ancak bu tür yapıların dışında kalan yapılar için parsel bazında inceleme yapılması, arazi ve laboratuvar deney sonuçlarına dayanan bir çalışma yapılması daha doğru olacaktır.

Sonuç olarak; bu tez kapsamında depremler ve depremlerin etkileri incelenmiş, yapıların projelendirilmesinde yapı-zemin etkileşimi ve önemi vurgulanmıştır. Depremsellik ve mikrobölgeleme ile ilgili literatür bilgileri derlenmiş ve Kırşehir İli için bir uygulama yapılmıştır. İl ile ilgili bulunabilen tüm veriler toplanarak bir ön mikrobölgeleme çalışması yapılmıştır.

## KAYNAKLAR

1. Kılıç,R., Kırşehir ve İlçelerinde Meydana Gelen Depremler ve Afet Yönetmeliğine Göre Yapılması Gerekli Jeolojik ve Jeotektonik İncelemeler, Kırşehir'in Depremselliği ve Alınabilecek Önlemler Paneli, Kırşehir, 38-54, 1998.
2. Celep, Z., Kumbassar, N., Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2004.
3. <http://www.deprem.gov.tr> adlı internet sitesinden.
4. Pres, F., Siever, R., Understanding Earth, Freeman Yayıncılık, 2005.
5. <http://www.geneljeo.hacettepe.edu.tr/ders4.pdf>. adlı internet sayfası.
6. Celep, Z., Kumbassar, N., Yapı Dinamiği, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Profesörleri, İstanbul, 2001.
7. Day, W. R., (Çevirenler; Mollamahmutoğlu,M., Kayabalı, K.), Geoteknik Deprem Mühendisliği El Kitabı, Fersa Matbaası, Temmuz, 2004.
8. <http://www.sanalgazete.com.tr> adlı internet sitesinden.
9. İkiler, M., Depremler ve Kayseri İli Depremselliği, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 2004.
10. [www.sayisal.grafik.com.tr](http://www.sayisal.grafik.com.tr) adlı internet sitesinden.
11. Ansal, A.M., Depremlerde Yerel Zemin Davranışları, Deprem Makaleleri, TMMOB-İnş. Müh. Odası, Ocak, 2000.
12. Adatepe, Ş., Küçükçekmece ve Sefaköy yerleşim Bölgelerinin Zemin Büyütmesine Göre Mikrobölgelemesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2002.

13. Demir, H., Küçükçekmece- Halkalı Yerleşim Bölgesinin Yerel Zemin Sınıflarına Göre Depremselliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.
14. Ansal, A.M., Erken, A., Undrained Behaviour of a Clay Under Cyclic Shear Stresses, ASCE Journal of Geotechnical Engineering Division, 115, No.7, 968-983, 1989.
15. Kara, H.B., Normal Konsolide Killerin Tekrarlı Yükler Etkisi Altındaki Davranışı, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Eylül, 1990.
16. Kara, H.B., Özer, T.A., Kaya, Z., Uşak Kaolini Geoteknik ve Dinamik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, 10. Ulusal Kil Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi –Konya, 19-22 Eylül, 2001.
17. Kara, H.B., Ansal, A.M., Normal Konsolide Killerin Dinamik Mukavemet Özellikleri Üzerine Bir Çalışma, V. Mühendislik Haftası, Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi – ISPARTA, Mayıs, 1989.
18. Erken, E., Ansal, A.M., Yıldırım, H., Kılıç, C., Kara, H. B., Erzincan- Ekşisu 'da Kumlu Siltli Zeminlerin Sıvılaşma Potansiyeli, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 6. Ulusal Kongresi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 24-25 Ekim, 1996.
19. Seed, H.B., İdris, I.M., Influence of local Soil Conditions on Building Damage Potential during Eartquakes, UCB/EERC-69/115 Eartquake Engineering Research Center, Univercity of California, Berkeley, December, 48, 1969.
20. Ansal, A.M., Zeminlerin Tekrarlı Gerilmeler Altında Davranışları ve Depremlerde Yerel Zemin Koşullarının Etkisi, Hamdi Peynircioğlu Konuşması, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Yedinci Ulusal Kongresi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1998.
21. Ansal, A.M., Strong Motions and Site Amplification, Theme Lecture, Second International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Lisbon, Portugal, Balkema Publishers, Rotterdam, 3, 879-894, 1999.

22. Eyyubov, C., Köksal, F., Maraşlı, Z., Arazinin Sismik İvme Dağılımına Zemin Koşullarının Etkisi, Yukarı Orta Anadolu Depremleri (Yozgat-Kırşehir-Kırıkkale) Jeofizik Toplantısı, Yozgat, 2001.
23. Eyyubov, C., Kara, H.B., Eyyubova, L., Zemin Büyütmesine Bağlı Etkin Yer İvmesi Katsayısının Hesaplanması, Yapı Dünyası Dergisi, Yıl 12, Sayı 146, Mayıs, 2008.
24. Sipahioğlu, S., Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Çevresinin Deprem Etkinliğinin İncelenmesi, Deprem Araştırma Bülteni, 1984.
25. Gökçe, V., Güneybatı Türkiye’de Depremsellik ve Deprem Tehlike Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2007.
26. Yüccemen, M.S., Sismik Risk Analizi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1982.
27. Özcep, F., Karabulut, S., Alpaslan, N., Ceyhan, U., Gündoğdu, O., Deprem Zararlarının Azaltılması için Kent/Bölge Planlama Sürecinde Mikrobölgeleme Çalışmaları, Kocaeli Deprem Sempozyumu, Sunular, 477-486, Kocaeli, Kasım, 2003.
28. Okur, V., Tehlike Analiz Yöntemlerinden İstanbul, İzmir, Dinar Bölgeleri için Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1996.
29. Özmenek, Ş.G., Marmara Bölgesinin Deprem Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, 1996.
30. Kaplan T., Kayseri İli Merkez Geoteknik Yapısı Ve Depremselliği, Yüksek Lisans Tezi, 2001.
31. Ansal, A.M., İstanbul’da Deprem, İstanbul ve Deprem Sempozyumu, S.7-27., 1991.
32. Siyahi, B.G., Ansal, A.M., Deprem Tehlikesi Bulunan Bölgelerde Şev Stabilitesine Göre Mikrobölgeleme, Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında



- Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları, TÜBİTAK Deprem Sempozyumu, sayfa 123-131, Ankara, 15-16 Şubat, 1996.
33. Ersoy, U., 1992 Erzincan Depreminden Alınması Gereken Dersler, 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, s.395-403, 1993.
  34. Okutucu, S. F., 13 Mart 1992 Erzincan Depreminde Denetim Tasarım Ve Yapım Hataları Nedeni İle Oluşan Hasarlar, 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, S.464-468, 1993.
  35. Skipp, O.B., Seismic Risk, 18th European Regional Earthquake Engineering Seminar, 3-16, Lyon,1995.
  36. Haktanır, T., Elcuman, H., Bingöl İli ve Çevresinde Kaydedilmiş Yıllık Ekstrem Depremlerin İstatistiksel Frekans Analizi ve Yörenin Depremselliği, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 16-20 Ekim, 2007.
  37. FFA adlı Bilgisayar Paket Programı ( Prof. Dr. T. Haktanır, Erciyes Üniversitesi).
  38. Kara, H.B., Elcuman, H., Haktanır, T., Özel, Ö., “Antalya ve Çevresinin Depremselliğinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi” Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, 552-560, 2005.
  39. Haktanır, T., Kara, H.B., Ardıçlıoğlu, M., Kişi, Ö., Adana Depremlerinin Tekerrür Analizi, 27 Haziran 1998 Adana- Ceyhan Depremi Sempozyumu, Adana, 17-18 Aralık, 1998.
  40. Elcuman, H., Kara, H. B., Haktanır, T., Gönen ve Çevresinde Kaydedilmiş Yıllık Ekstrem Depremlerin İstatistiksel Frekans Analizi ve Yörenin Depremselliği, Balıkesir Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi tarafından yayınlanmak üzere kabul edildi.
  41. Bozduman, A., İhtimal Ağırlıklı Momentler Yöntemi, Noktalama Pozisyonu Formülleri ve Maksimum olabilirlik Yöntemi Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Adana , Haziran, 1994.

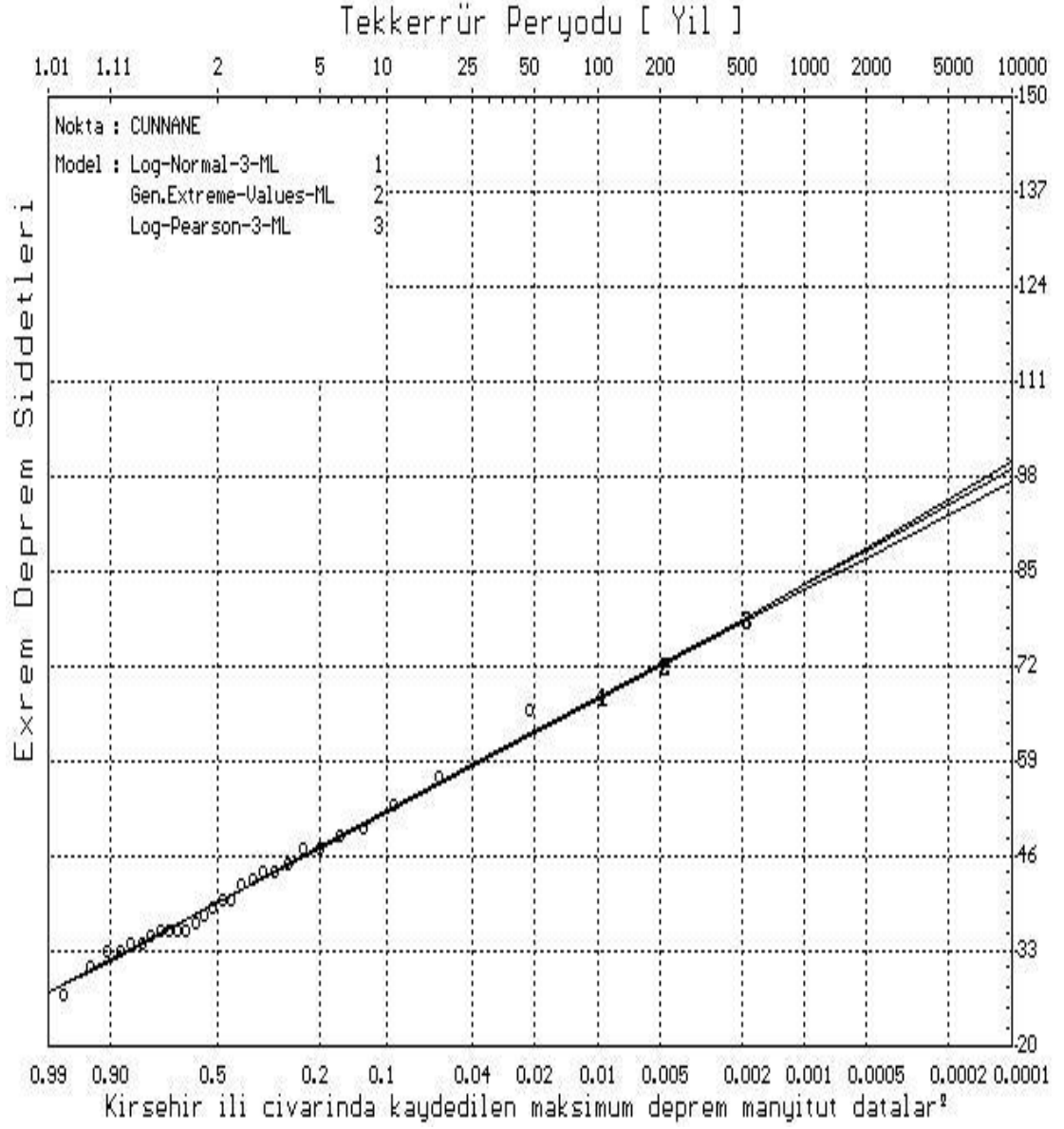
42. Benjamin, J. R., Cornell, C. A. Probability, Statistics, and Decision For Civil Engineers, McGraw-Hill, 1970.
43. Greenwood, J. A., Landwehr, J.M., Matalas, N.C., Wallis, J.R., Probability Weight moments, Definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form, Water Resources Research, 1979.
44. Landwehr, J.M., Matalas, N.C., Wallis, J.R., Estimation of parameters and quantiles of Wakeby Distributions, 2. Unknown Lower Bounds, Water Resources Research, 1373-1379, 1979.
45. Ansal, A., Biro, Y., Erkan, A., Gülerce, Ü., Özçimen, N., Seismic Zonation in İstanbul: A case Study, Geotechnical Earthquake Engineering and Microzonation Seminar, İstanbul, 2001.
46. Hays, W.W., Procedures for Estimating Ground Motions, U.S.G.S., Professional paper, 1114, 77, 1980.
47. Sharma, S., Kovacs, W.D., Microzonation of Memphis, Tennessee Area, A Report on Research Sponsored by the U.S.G.S., No: 14080001-17752, 1980.
48. Nigg, J., Microzonation and public Preparedness, a viable approach, Proceeding of the 3th International Earthquake Microzonation Conference, Seattle, 1982.
49. Sherif, M.A., Introductory Statement of 3th International Earthquake Microzonation Proceedings, Seattle, U.S.A, 1982.
50. Finn, W.D.L., Ventura, C.E., Challenging issues in local microzonation, 5 th International Conference on Seismic Zonation, Nice, France, 1995.
51. Olshanky, R.B., Foster, H., Cook, S., Microzonation A Planners Perspective, Proceedings of the 4th International Conference on Seismic Zonation, August 25th-29th, Stanford, 195-202, 1991.

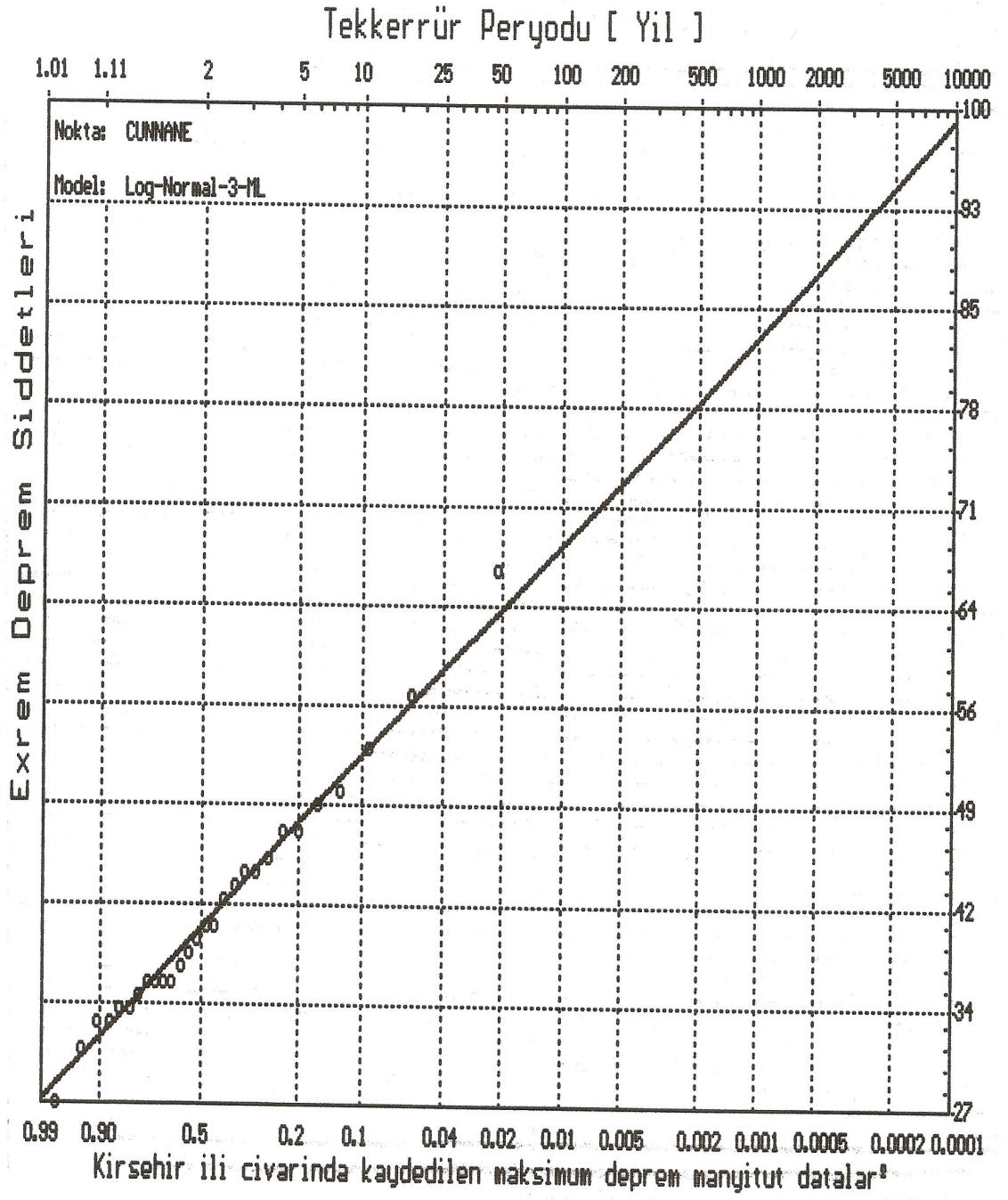
52. Yağcı, B., Mikrobölgeleme Metodjileri ve Balıkesir için Bir Uygulama, Doktora Tezi, Balıkesir, Kasım, 2005.
53. ISSMFE, Manual for zonation on seismic geotechnical hazards, published by Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1993.
54. Ceyhan, U., Karabulut, S., Özcep, F., Gündoğdu, O., Kayma Dalgası Hızı Kullanılarak Mikrobölgeleme Çalışmaları, Büyükçekmece ( İstanbul) Bölgesi, 16. Uluslararası Jeofizik Kongresi, Sayfa 245-248, Ankara, 2004.
55. Ansal, A., Mercellini, A., Variability of Source and Site Factors in Seismic Microzonation, State of the art report, Proc. Of the 11th Europe Conferance On Eartquake Engineering, Bakeme, Rotterdam, 1998.
56. Finn, W.D.L., Characterization of site effects and soil-structure interaction for seismic desiğn codes, Seismic Soil/ Structure İnteraction Semniear, Vnacouver, British Columbia, May 29, 1993.
57. İshiyama, Y., Microtremors and related topics, Proc. Of İnternational Seminear on Seismology and Earthquake Engineering, Indonesia, 1982.
58. Finn, W.D.L., Geotechnical Engineering Aspect of Microzonation, Proc. 4th İnternational Conferance on Seismic Zonation, 1, 199-259, 1991.
59. Vucetic, M., Dobry, R., Effects of Plasticity on Cyclic Response, American Society of Civil Engineering, Journal of Geotechnical Engineering, 117, 1 89-107, 1991.
60. Karabulut,S., Büyükçekmece İlçesinde Mikrotremor Verileriyle Mikrobölgeleme Çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul , Ağustos, 2005.
61. İyisan, R., Zeminlerde Kayma Dalgası Hızı ile Penetrasyon Deney Sonuçları Arasındaki Bağıntılar , İMO Teknik Dergisi, 1187-1199, 1996.
62. Ansal, A.M., Lav, M.A., İyisan, R., Erkan, A., Effect of Geotechnical Factors in March 13, 1992, Erzincan Eartquake, 13th ICSMFE Performance of Ground and Soil Structure During Earthquakes, 49-54, 1994.

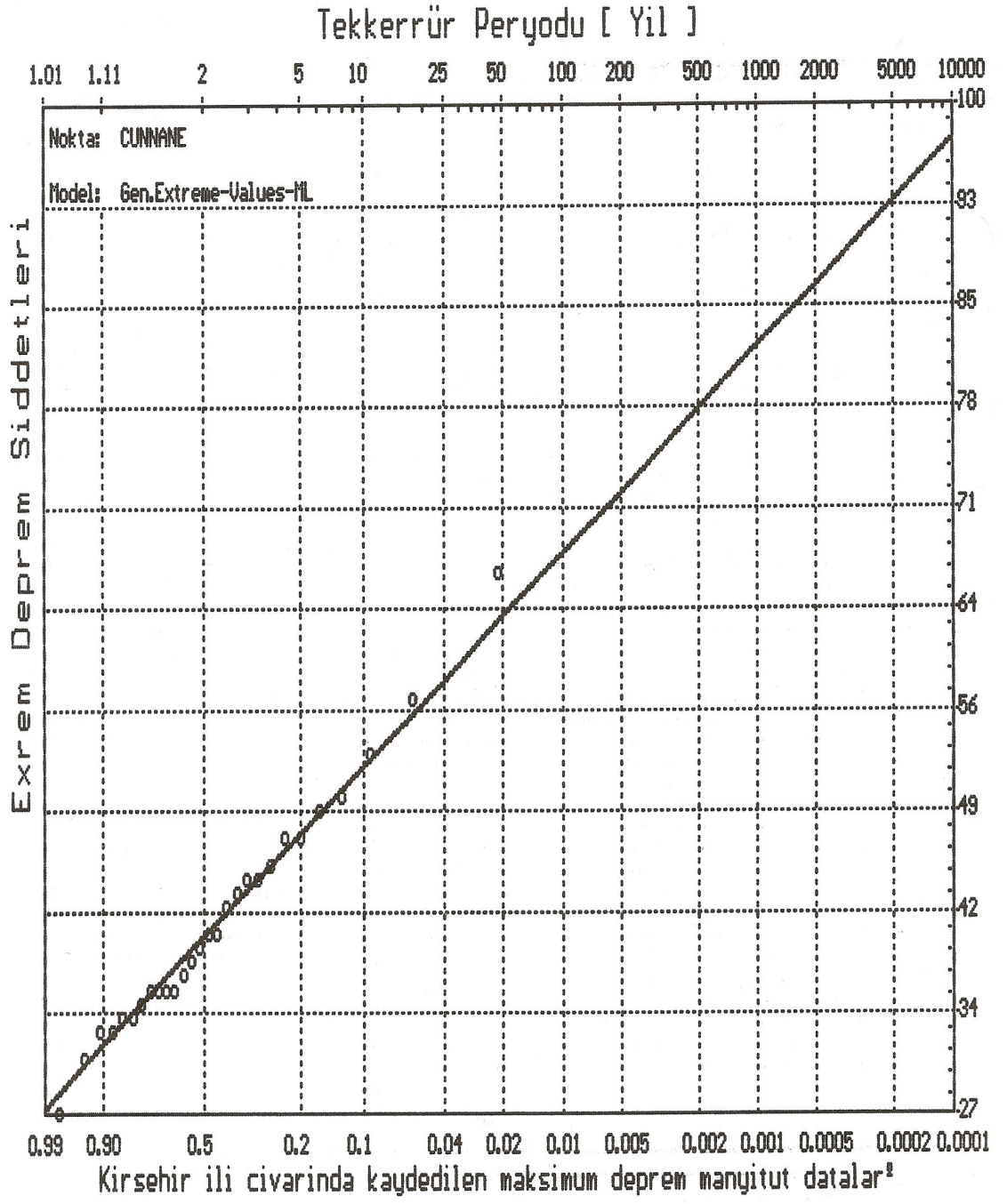
63. Borchardt, R.D., Wontworth, C.M., Jonsson, A., Fumal, T., Gibbs, J., Methodology For Predictive GIS Mappings of Special Study Zones for Strong Ground Shaking in the San Francisco Bay Region, California, Proc. Of the 4th International Conference on Seismic Zonation, Stanford, California, 545-552, 1991.
64. Midorikawa, S., Prediction of Isoseismal Map in Kanto Plain due to Hypothetical Earthquake, Journal of Structural Dynamics, 33, 43-48, 1987.
65. [www.kirsehir.gov.tr](http://www.kirsehir.gov.tr) adlı internet sitesinden.
66. Atabey, E., Atabey, N., Kaya, H., Kırşehir Yöresi Kalkrit Oluşumlarının Sedimentolojisi, M.T.A. Derg., 120, 93-104, 1998.
67. Bilgili, Ş., Yoldaş, R., Ünal, G., Çankırı- Çorum Havzasının Jeolojisi Ve Petrol Ocakları, MTA Raporu, 1975.
68. Erdoğan, B., Akay, F., Uğur, M.Ş., Geology of the Yozgat Region and Evolution of Collisional Basin: International Geology Review, 38, 788-806, 1996.
69. Kara, H., Dönmez, M., 1:000000 Ölçekli Açınama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi Kırşehir- G17 Paftası, MTA Yayını, 1980.
70. Kılıç, R., Varol, B., Gökten, E., Başokur, A.T., Koçbay, A., Bilgehan, B., Ulaş, K., Tokgöz, E., Kırşehir İli Yerleşim Alanı Jeolojik, Jeofizik ve Jeoteknik İncelemesi, Kırşehir, Temmuz, 2001.
71. Dirik, K., Göcüoğlu, C., Neotectonic characteristics of Central Anatolia, International Geology Review, 38, 807-817, 1996.
72. Temiz, U., Kırşehir Dolayının Neotektoniği ve Depremselliği, Doktora Tezi, Ankara, 2004.

73. Parejas, E., Pamir, H.N., Le Tremblement De Tere Du 19 Avril 1938 en Anatolia Centrale, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Seri B, Cilt 4, No: 314.
74. Koçyiğit, A., Orta Anadolu'nun Genel Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği, Haymana- Tuzgölü – Ulukışla Basenler Uygulamalı Çalışma, TPJD, Özel sayı: s.1-26, 2003.
75. Kartal, F.R, Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Sismoloji Şube Müdürlüğü,2006.
76. Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınok, Y., Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Katoloğu, (M.Ö. 2100-M.S. 1900), Tübitak proje No: TBAG-341, 87s., 198,1981.
77. Arni,P., Kırşehir-Keskin-Yerköy Zelzelesi Hakkında M.T.A Yayınları, Seri B-1, 1938.
78. Jakson, J., Mckenzie, B., Active Tectonic of the Alpine-Himalaya Belt Between Western Turkey and Pakistan, Geoph. J.R. Ast. Soc., 77s. 185-264, 1984.
79. Haktanır, T., Deprem kayıtları olan bir coğrafik alan içinde deprem şiddetlerinin istatistiksel analizi, Yapı Dünyası Dergisi, 91-92-93, 46-50, 2003.
80. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (2006), Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 6 Mart 2006/26100 sayılı Resmi Gazete.
81. Borchardt, R.D., Estimates of Site Dependent Response Spectra for DesignMethodology and Justification Earthquake Spectra, 11, 173, 1994.

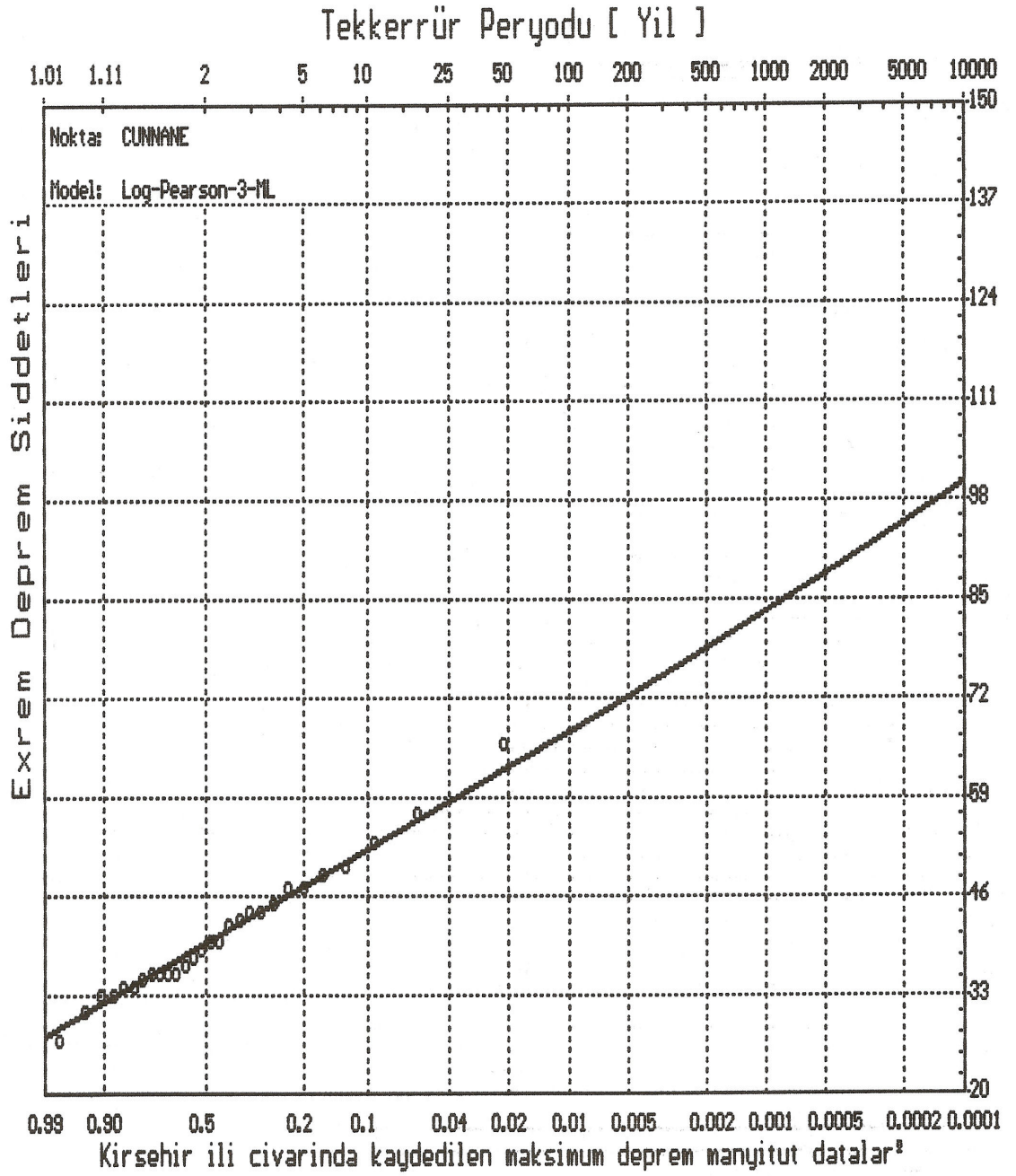
## EK-1

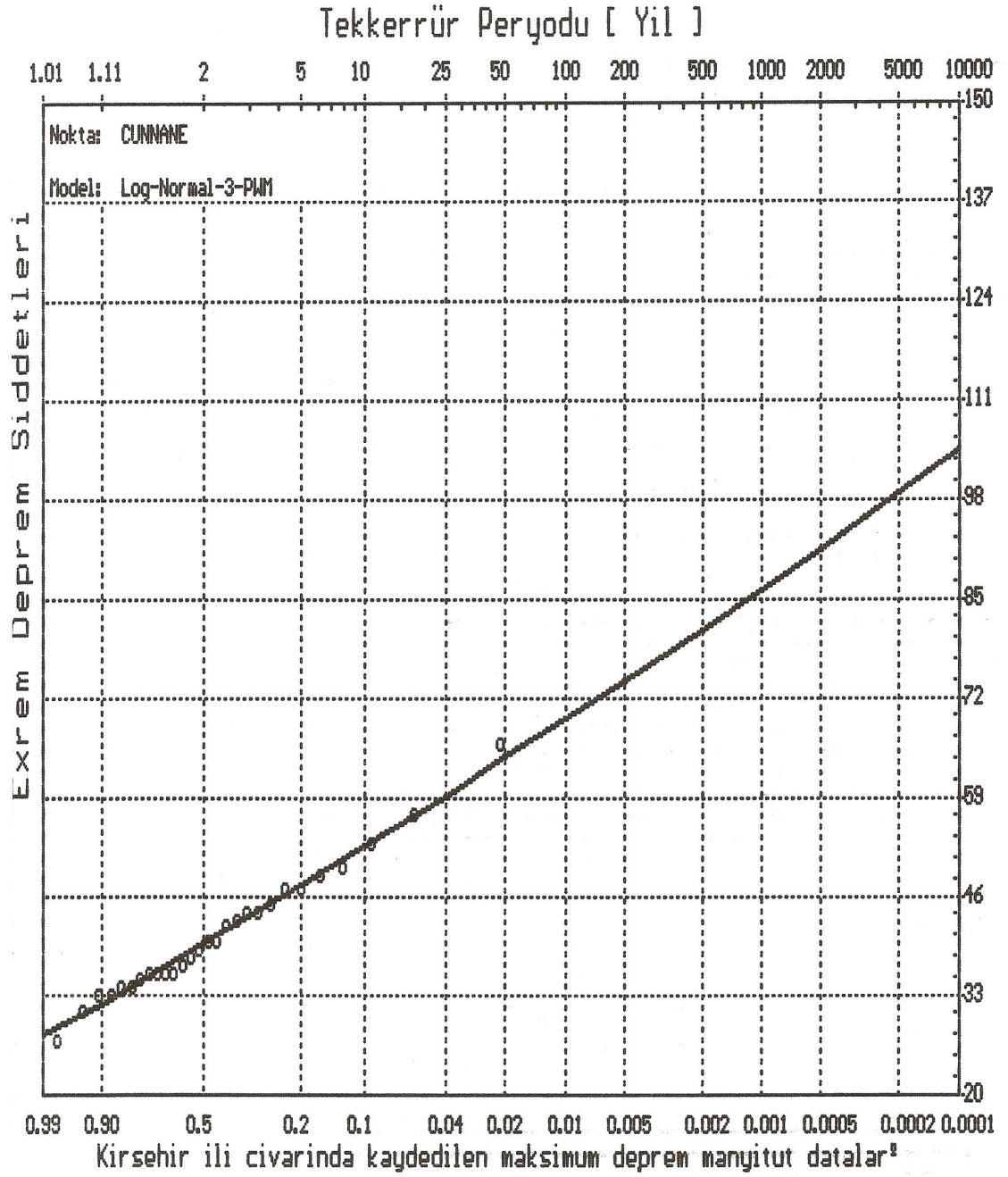


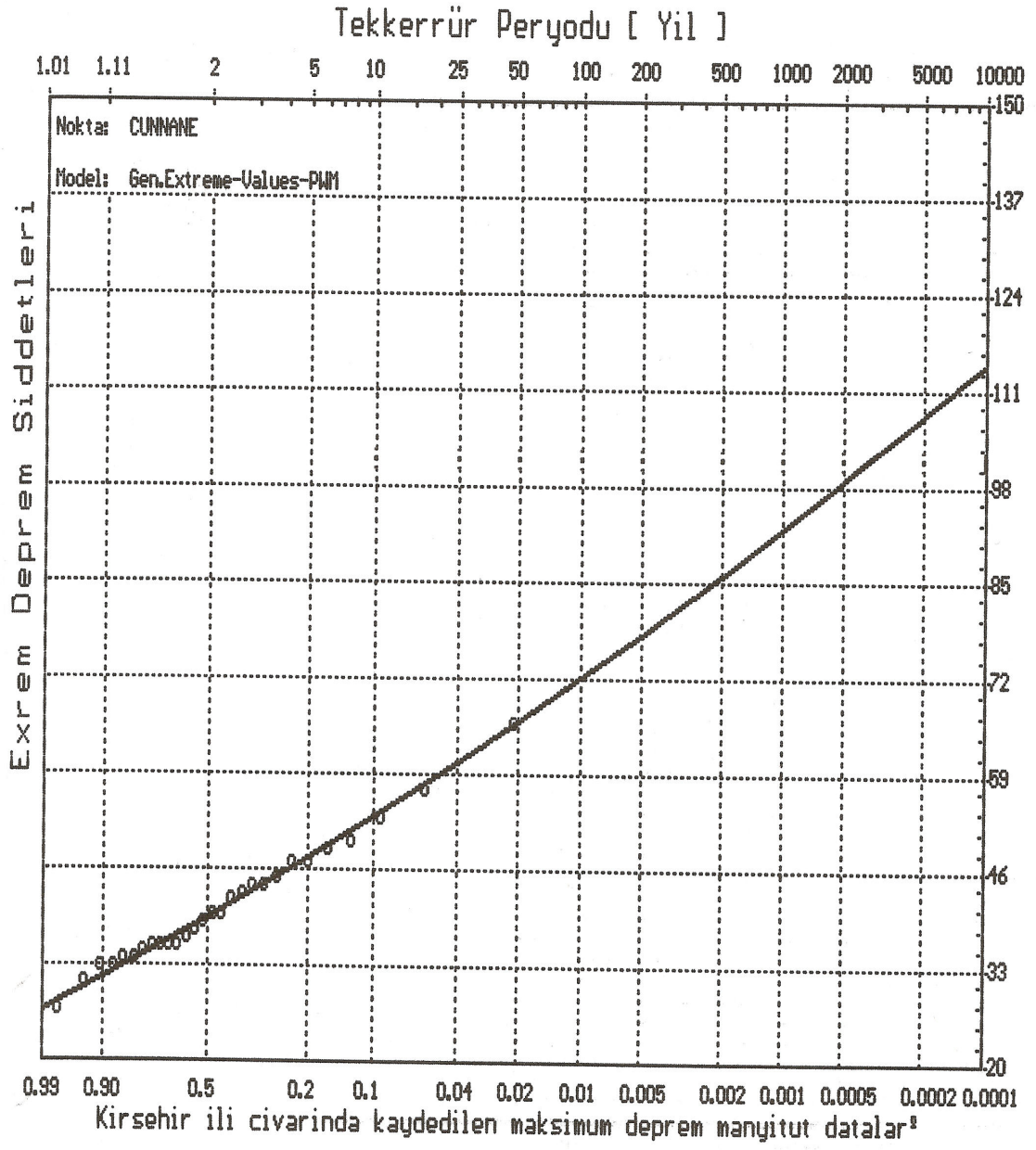


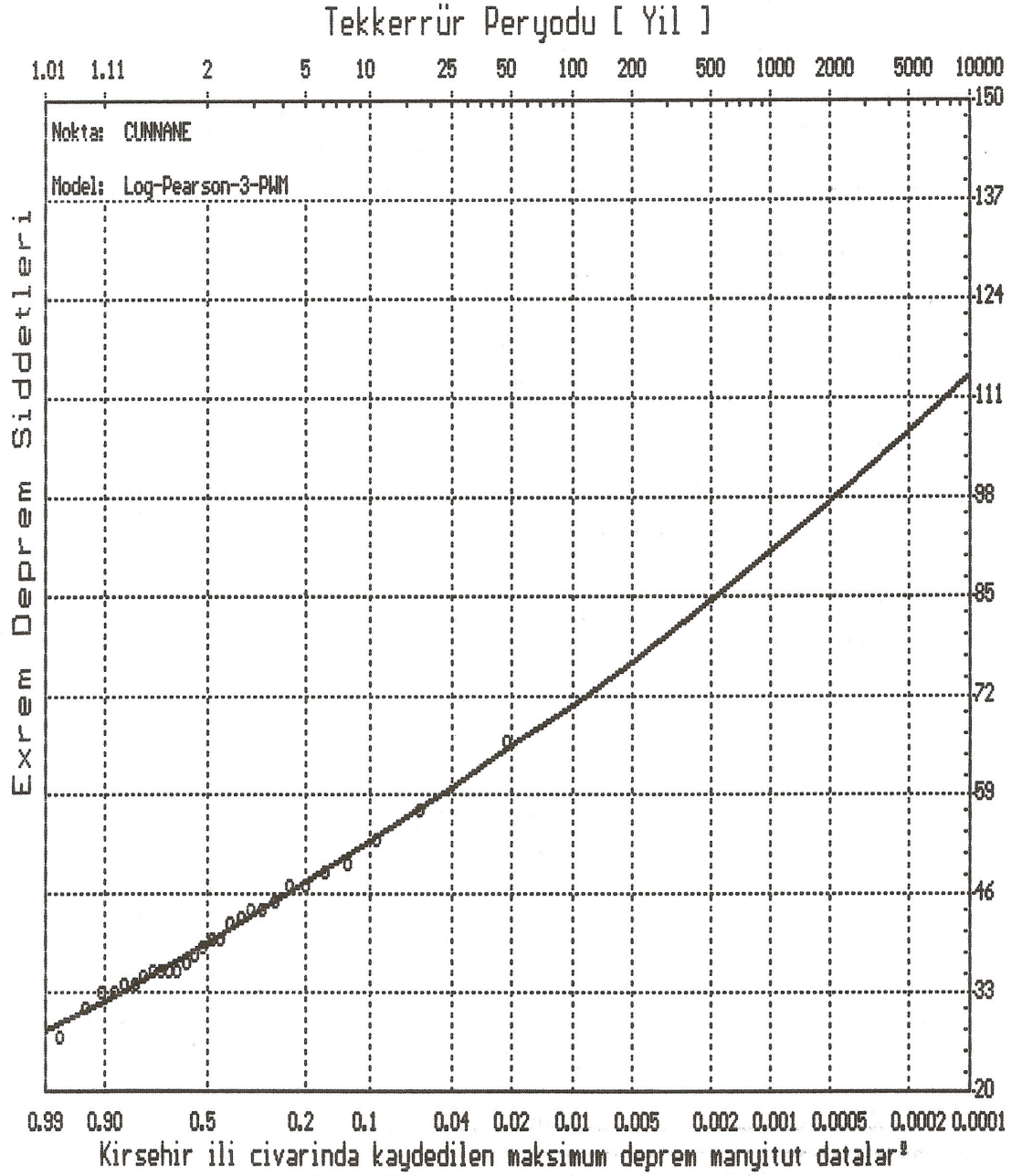


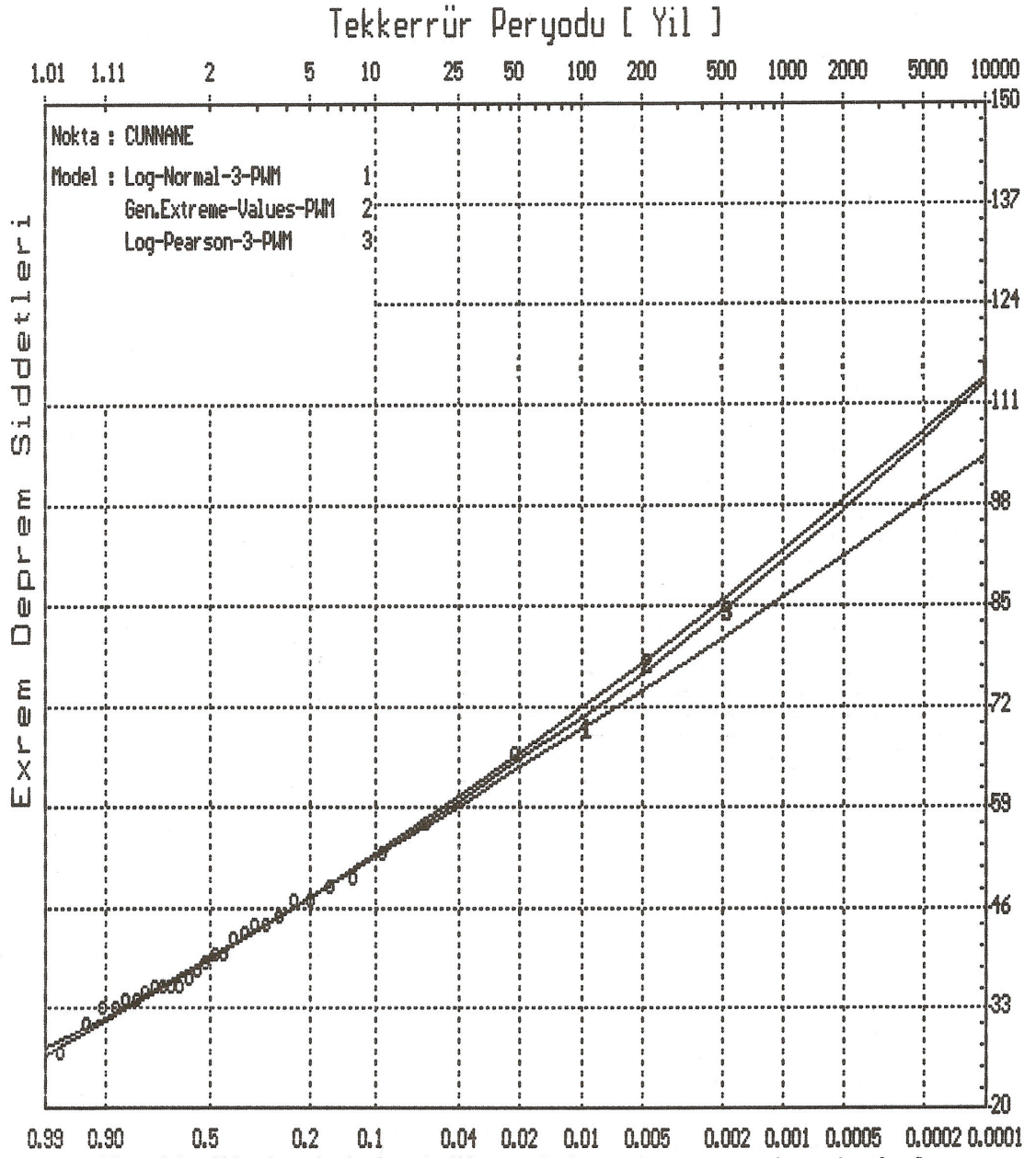






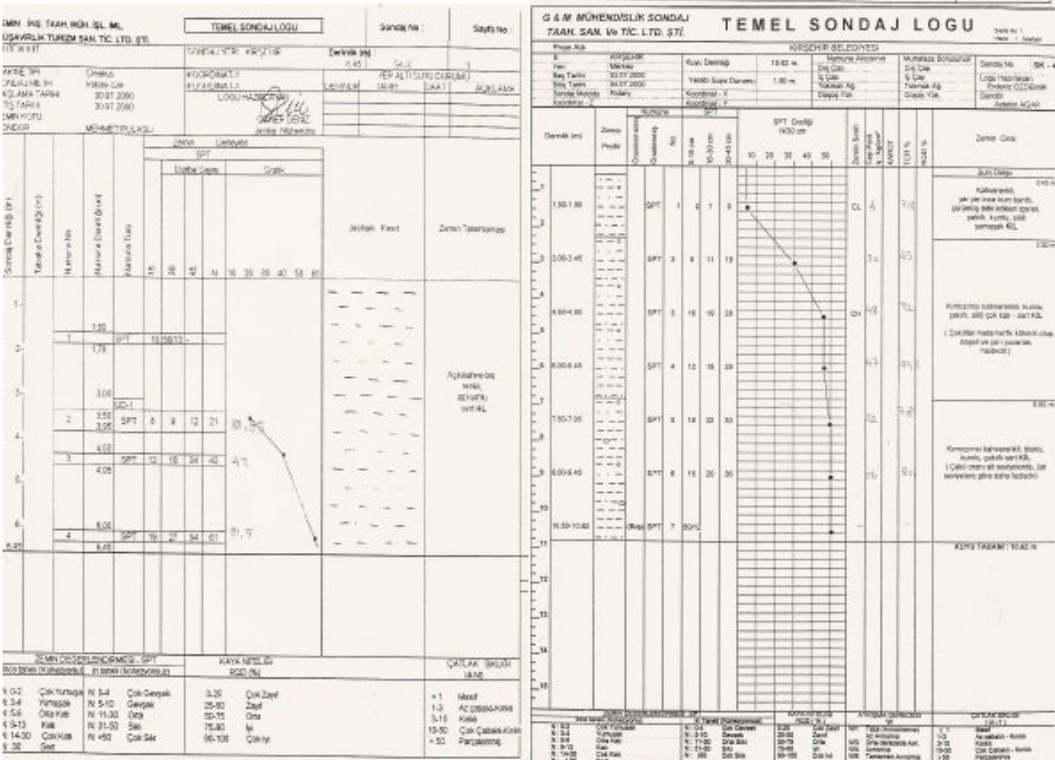
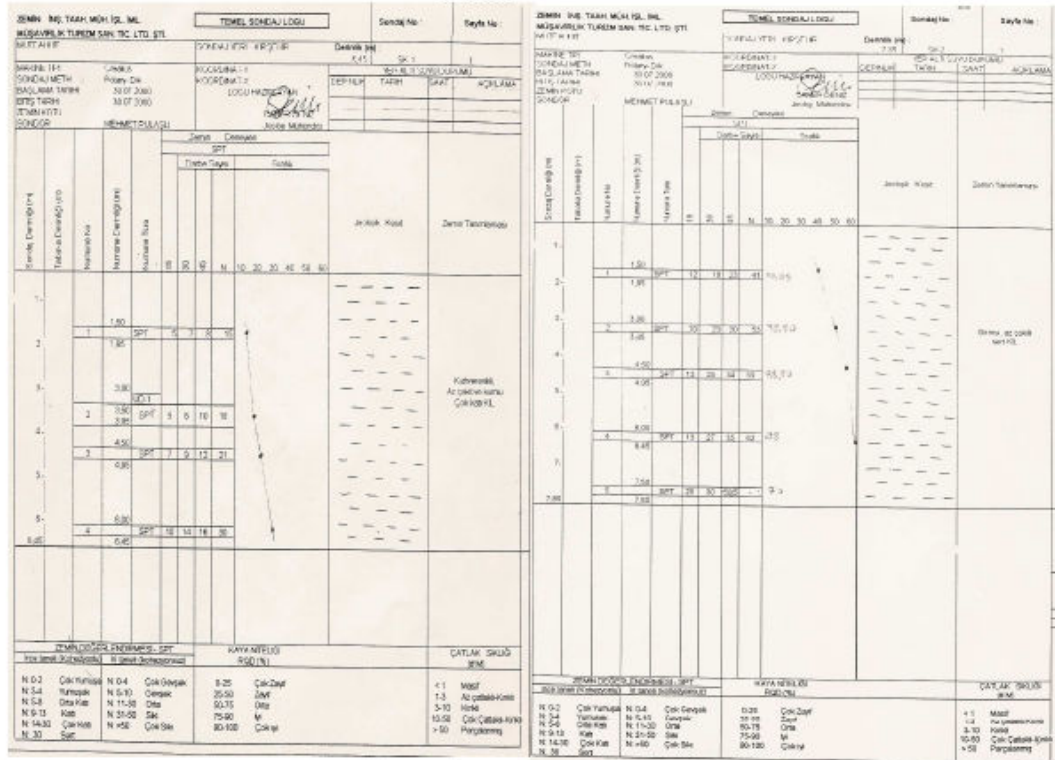


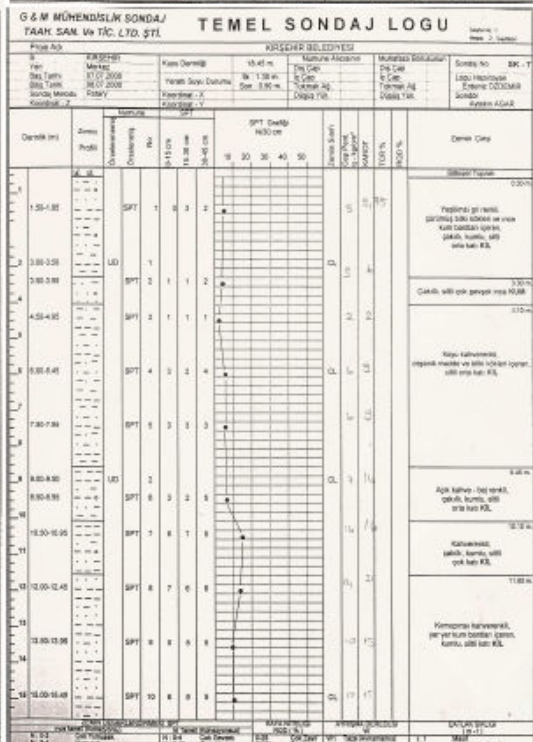
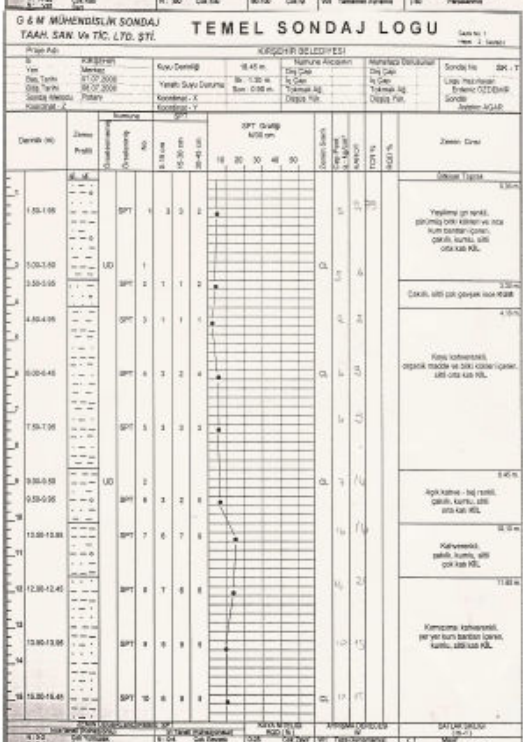
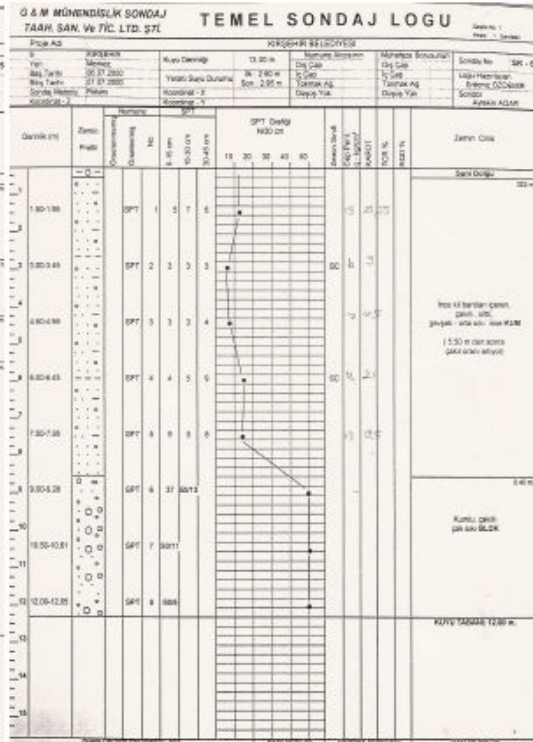
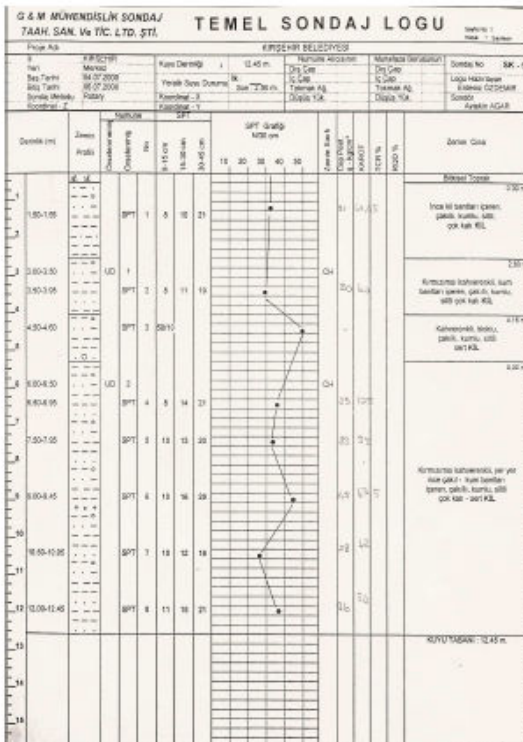




Kirsehir ili civarında kaydedilen maksimum deprem manyitud dataları<sup>3</sup>

EK 2













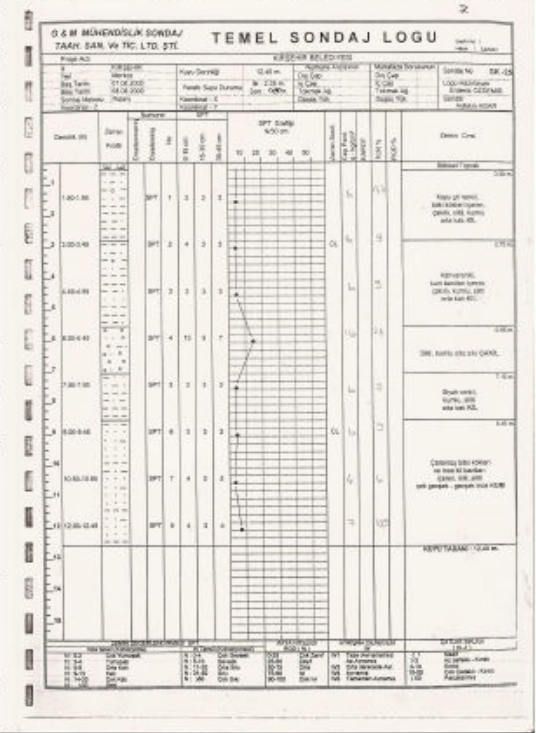
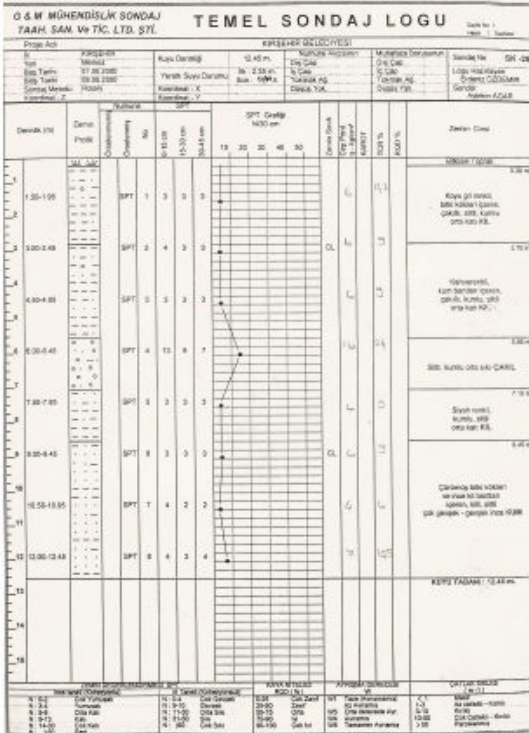
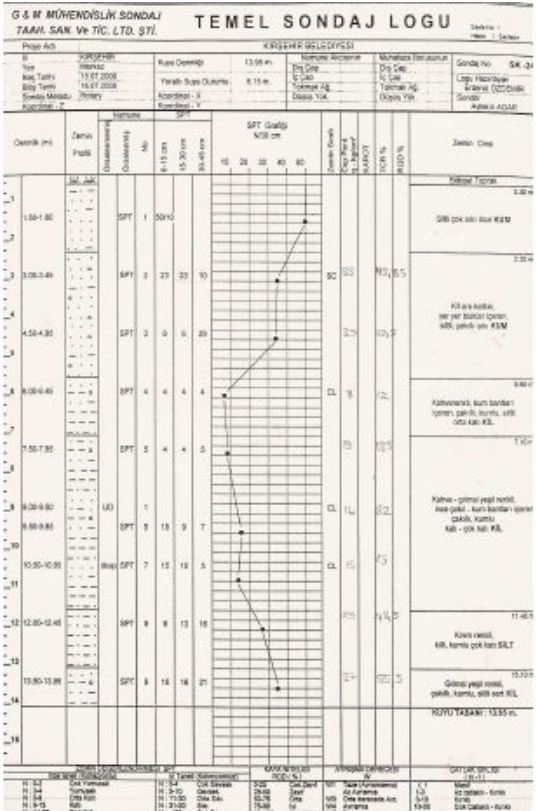
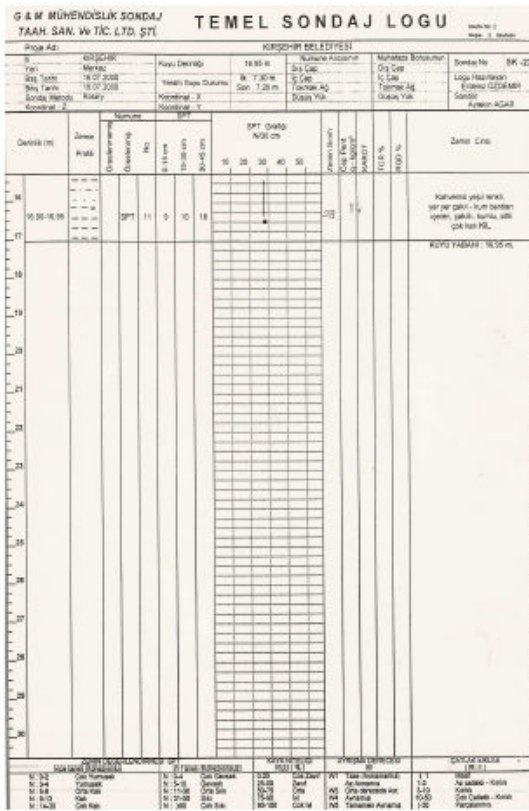
ZEMİN İNŞ. TAHAH. MÜH. İŞL. İML. MUSAFAVRLIK TURİZM SAN. TIC. LTD. ŞTİ.									
TEMELE SONDAJ LOGU									
SONDAJ YERİ KIRŞEHİR					Sondaj No :		Sayfa No :		
MÜTEAHHİT		SONDAJ YERİ KIRŞEHİR		Denetim (im)		SONDAJ YERİ KIRŞEHİR		Denetim (im)	
MAKİNE TİPİ SONDAJ METH BAŞLAMA TARİHİ BİTİŞ TARİHİ ZEMİN KOTU SONDÖZ		Çelik Rölye Dik 01.08.2009 01.08.2009 MEHMET PULASLI		KORDİNAT X KORDİNAT Y LOGU HAZIRLAMA ÇAKIR DENİZ Jelco Makina		9.00 9.15 9.30		17 17 17	
Zemin Değerlendirmesi - SPT									
İnce taneli (Kohesiyonlu)		İnce taneli (Kohesiyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (ROD (%))		ÇATLAK SKURU (İEM)			
N: 0.2 Çok Yumuşak	N: 0.4 Çok Gevrek	0.25 Çok Zayıf	< 1 Meşif						
N: 3.4 Yumuşak	N: 5.0 Gevrek	25-50 Zayıf	1-3 Az çabuk-Kırılgan						
N: 5.8 Orta Kırılgan	N: 11-30 Orta	50-75 Orta	3-10 Kırılgan						
N: 9-13 Kırılgan	N: 31-50 Sık	75-90 Sık	10-50 Çok Çabuk-Kırılgan						
N: 14-30 Çok Kırılgan	N: >50 Çok Sık	90-100 Çok Sık	> 50 Parçalanmış						

ZEMİN İNŞ. TAHAH. MÜH. İŞL. İML. MUSAFAVRLIK TURİZM SAN. TIC. LTD. ŞTİ.									
TEMELE SONDAJ LOGU									
SONDAJ YERİ KIRŞEHİR					Sondaj No :		Sayfa No :		
MÜTEAHHİT		SONDAJ YERİ KIRŞEHİR		Denetim (im)		SONDAJ YERİ KIRŞEHİR		Denetim (im)	
MAKİNE TİPİ SONDAJ METH BAŞLAMA TARİHİ BİTİŞ TARİHİ ZEMİN KOTU SONDÖZ		Çelik Rölye Dik 01.08.2009 01.08.2009 MEHMET PULASLI		KORDİNAT X KORDİNAT Y LOGU HAZIRLAMA ÇAKIR DENİZ Jelco Makina		9.00 9.15 9.30		17 17 17	
Zemin Değerlendirmesi - SPT									
İnce taneli (Kohesiyonlu)		İnce taneli (Kohesiyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (ROD (%))		ÇATLAK SKURU (İEM)			
N: 0.2 Çok Yumuşak	N: 0.4 Çok Gevrek	0.25 Çok Zayıf	< 1 Meşif						
N: 3.4 Yumuşak	N: 5.0 Gevrek	25-50 Zayıf	1-3 Az çabuk-Kırılgan						
N: 5.8 Orta Kırılgan	N: 11-30 Orta	50-75 Orta	3-10 Kırılgan						
N: 9-13 Kırılgan	N: 31-50 Sık	75-90 Sık	10-50 Çok Çabuk-Kırılgan						
N: 14-30 Çok Kırılgan	N: >50 Çok Sık	90-100 Çok Sık	> 50 Parçalanmış						

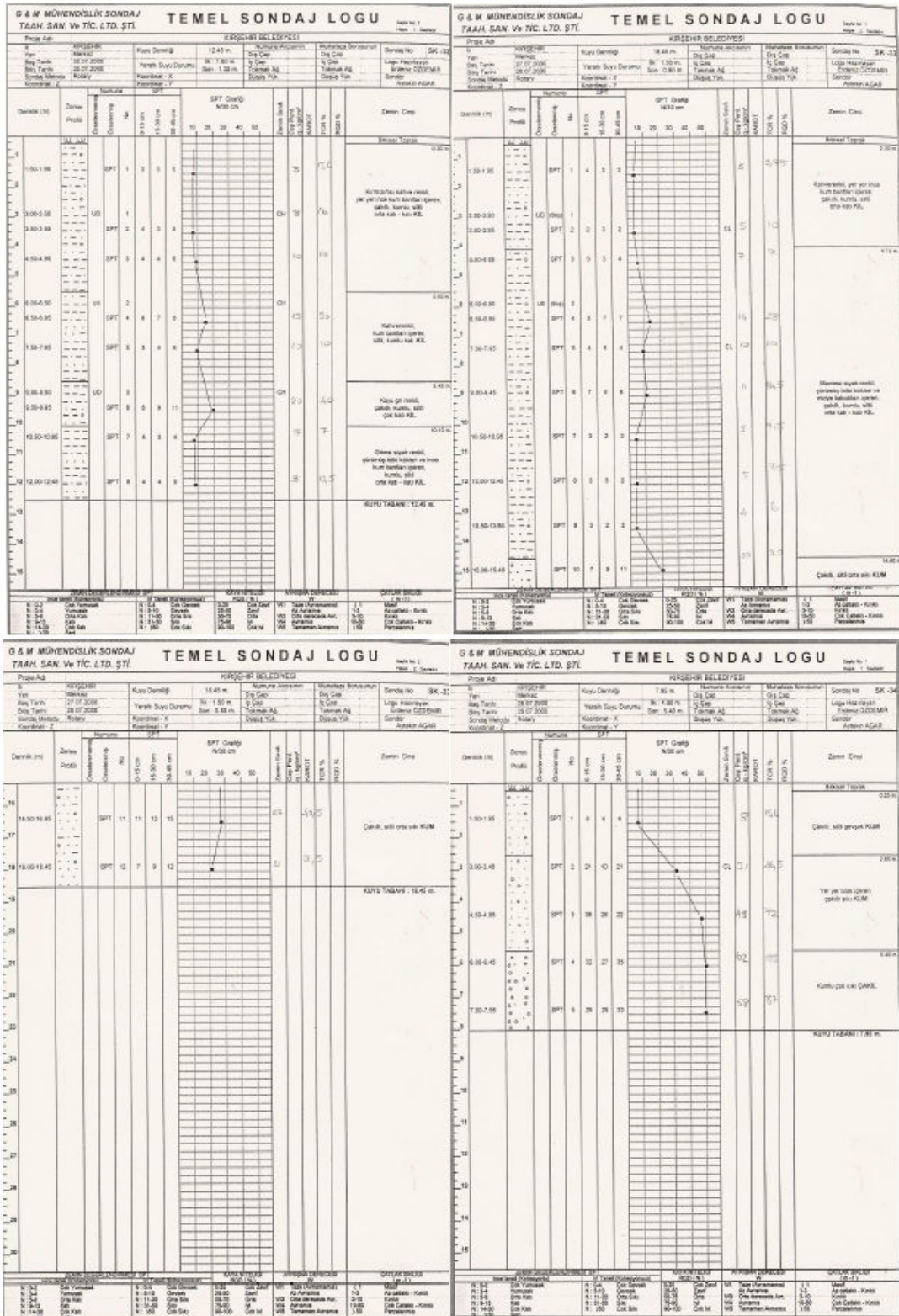
ZEMİN İNŞ. TAHAH. MÜH. İŞL. İML. MUSAFAVRLIK TURİZM SAN. TIC. LTD. ŞTİ.									
TEMELE SONDAJ LOGU									
SONDAJ YERİ KIRŞEHİR					Sondaj No :		Sayfa No :		
MÜTEAHHİT		SONDAJ YERİ KIRŞEHİR		Denetim (im)		SONDAJ YERİ KIRŞEHİR		Denetim (im)	
MAKİNE TİPİ SONDAJ METH BAŞLAMA TARİHİ BİTİŞ TARİHİ ZEMİN KOTU SONDÖZ		Çelik Rölye Dik 01.08.2009 01.08.2009 MEHMET PULASLI		KORDİNAT X KORDİNAT Y LOGU HAZIRLAMA ÇAKIR DENİZ Jelco Makina		9.00 9.15 9.30		17 17 17	
Zemin Değerlendirmesi - SPT									
İnce taneli (Kohesiyonlu)		İnce taneli (Kohesiyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (ROD (%))		ÇATLAK SKURU (İEM)			
N: 0.2 Çok Yumuşak	N: 0.4 Çok Gevrek	0.25 Çok Zayıf	< 1 Meşif						
N: 3.4 Yumuşak	N: 5.0 Gevrek	25-50 Zayıf	1-3 Az çabuk-Kırılgan						
N: 5.8 Orta Kırılgan	N: 11-30 Orta	50-75 Orta	3-10 Kırılgan						
N: 9-13 Kırılgan	N: 31-50 Sık	75-90 Sık	10-50 Çok Çabuk-Kırılgan						
N: 14-30 Çok Kırılgan	N: >50 Çok Sık	90-100 Çok Sık	> 50 Parçalanmış						

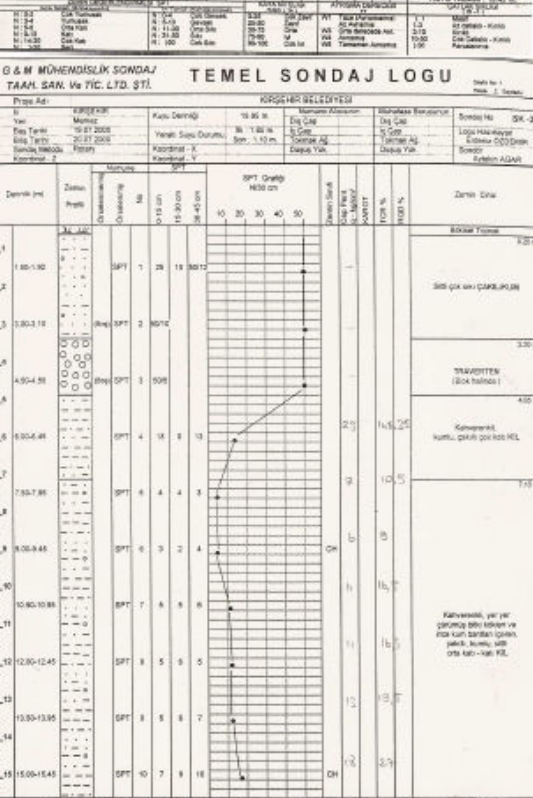
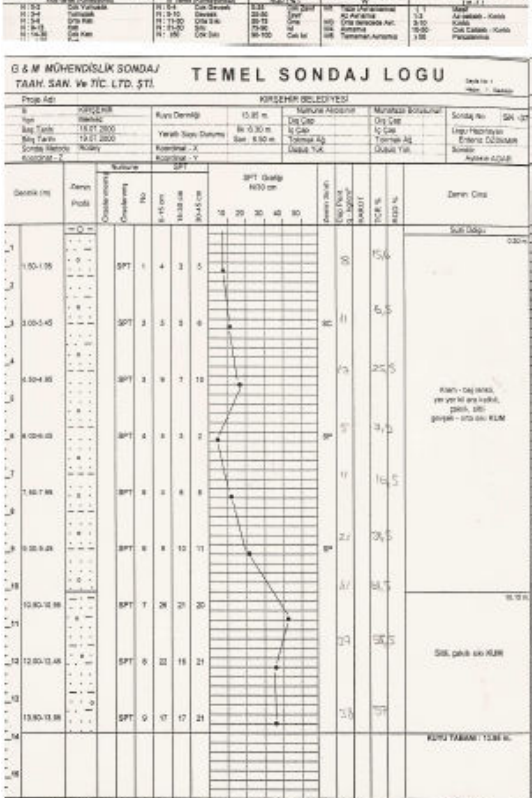
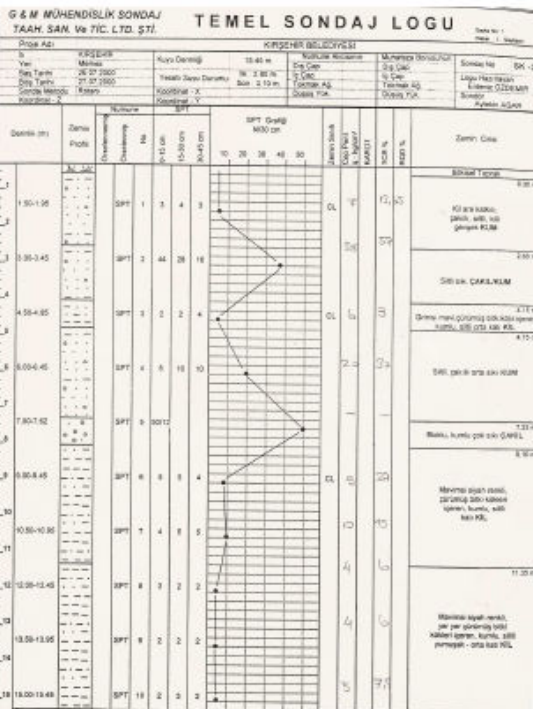
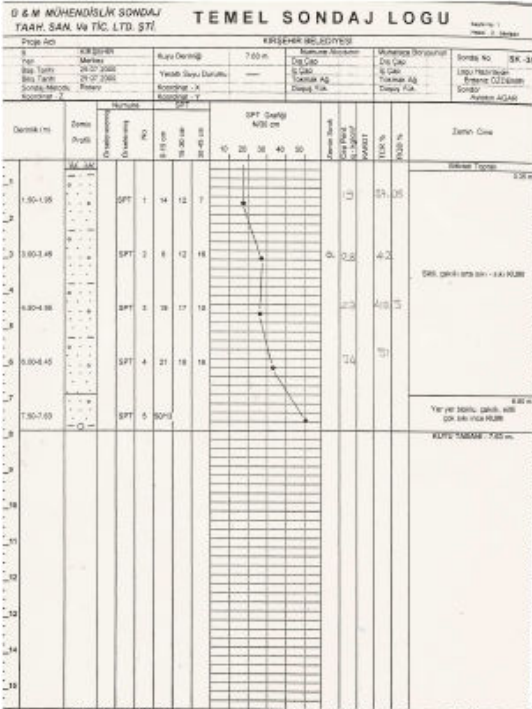
ZEMİN İNŞ. TAHAH. MÜH. İŞL. İML. MUSAFAVRLIK TURİZM SAN. TIC. LTD. ŞTİ.									
TEMELE SONDAJ LOGU									
SONDAJ YERİ KIRŞEHİR					Sondaj No :		Sayfa No :		
MÜTEAHHİT		SONDAJ YERİ KIRŞEHİR		Denetim (im)		SONDAJ YERİ KIRŞEHİR		Denetim (im)	
MAKİNE TİPİ SONDAJ METH BAŞLAMA TARİHİ BİTİŞ TARİHİ ZEMİN KOTU SONDÖZ		Çelik Rölye Dik 01.08.2009 01.08.2009 MEHMET PULASLI		KORDİNAT X KORDİNAT Y LOGU HAZIRLAMA ÇAKIR DENİZ Jelco Makina		9.00 9.15 9.30		17 17 17	
Zemin Değerlendirmesi - SPT									
İnce taneli (Kohesiyonlu)		İnce taneli (Kohesiyonsuz)		KAYA NİTELİĞİ (ROD (%))		ÇATLAK SKURU (İEM)			
N: 0.2 Çok Yumuşak	N: 0.4 Çok Gevrek	0.25 Çok Zayıf	< 1 Meşif						
N: 3.4 Yumuşak	N: 5.0 Gevrek	25-50 Zayıf	1-3 Az çabuk-Kırılgan						
N: 5.8 Orta Kırılgan	N: 11-30 Orta	50-75 Orta	3-10 Kırılgan						
N: 9-13 Kırılgan	N: 31-50 Sık	75-90 Sık	10-50 Çok Çabuk-Kırılgan						
N: 14-30 Çok Kırılgan	N: >50 Çok Sık	90-100 Çok Sık	> 50 Parçalanmış						



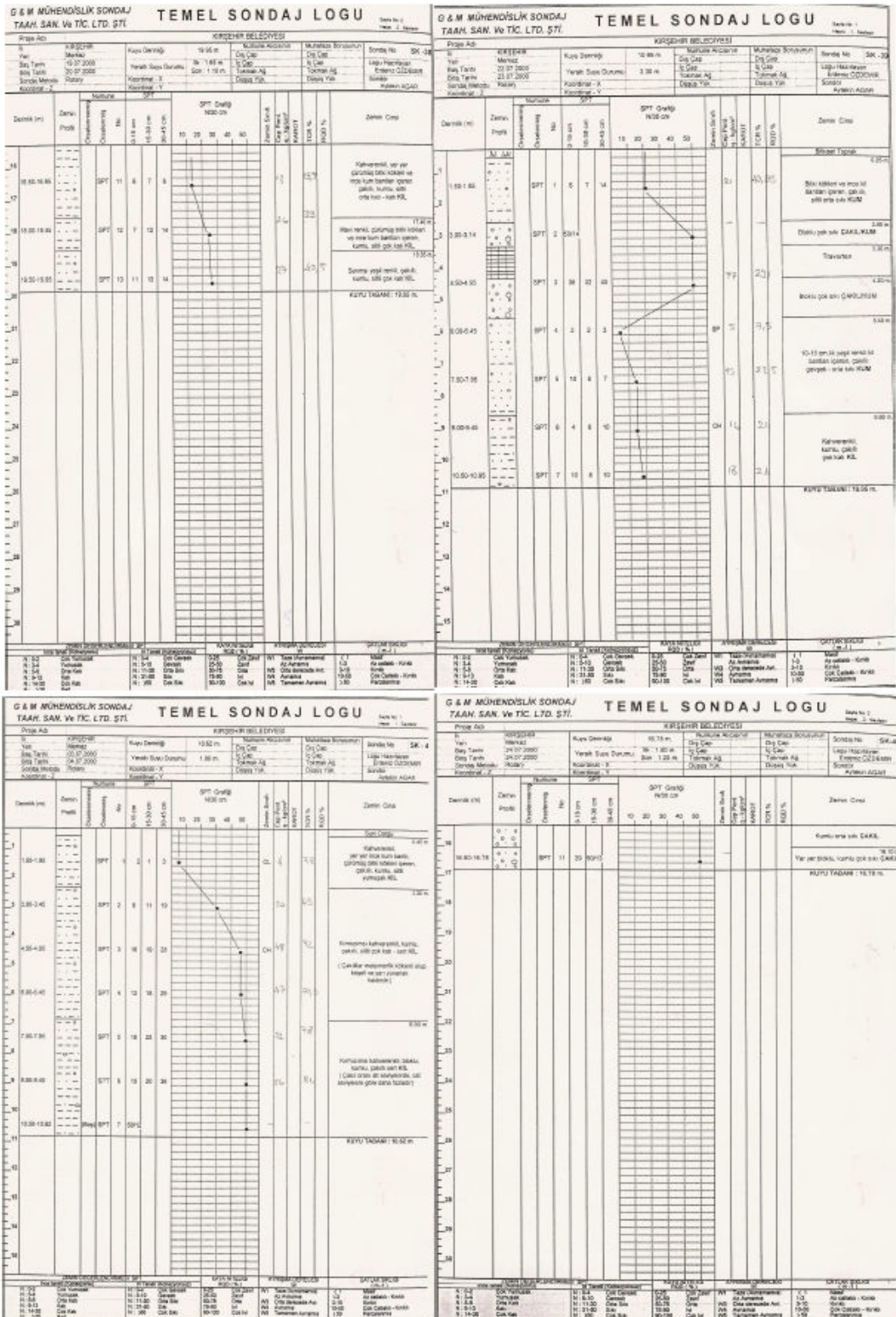




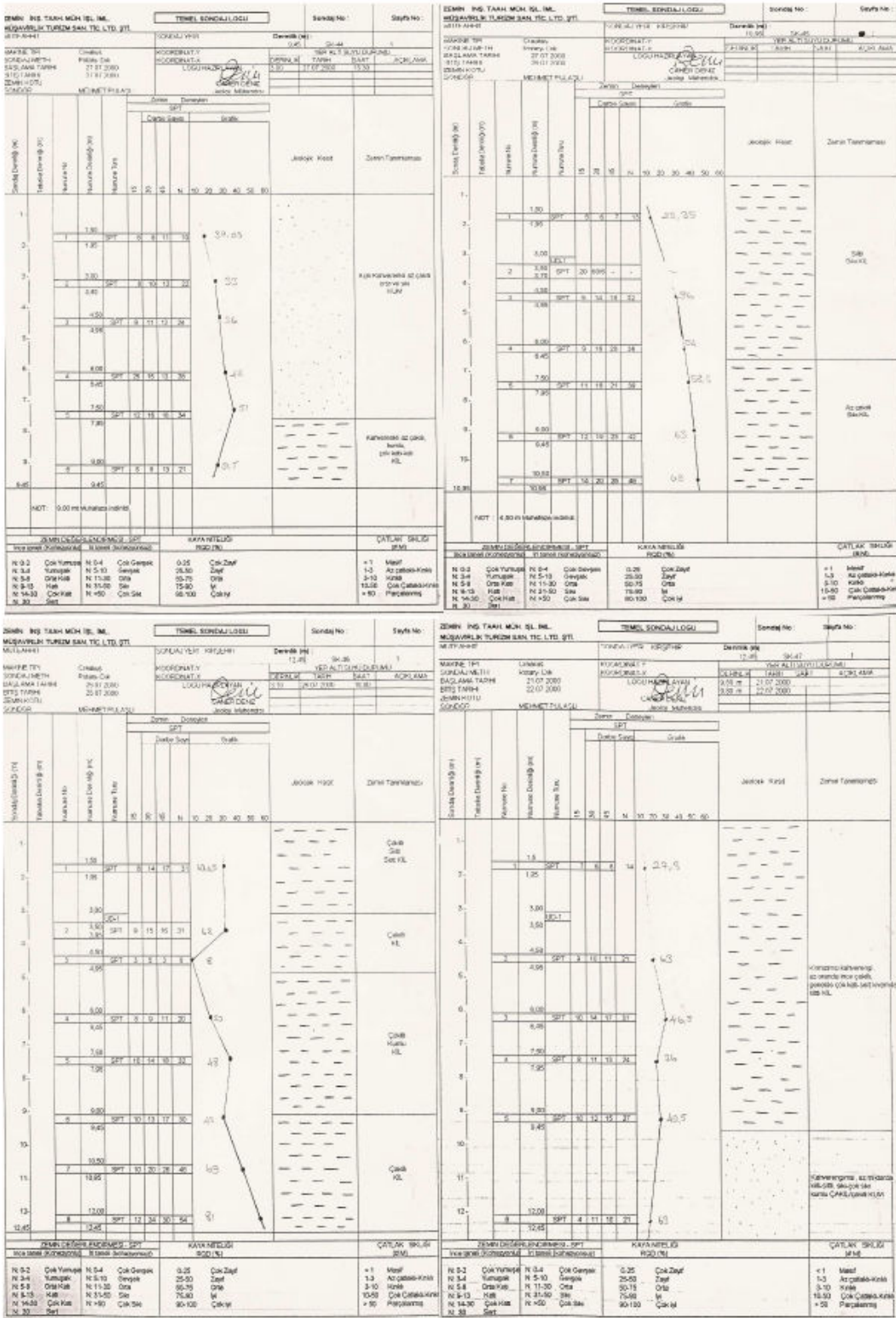






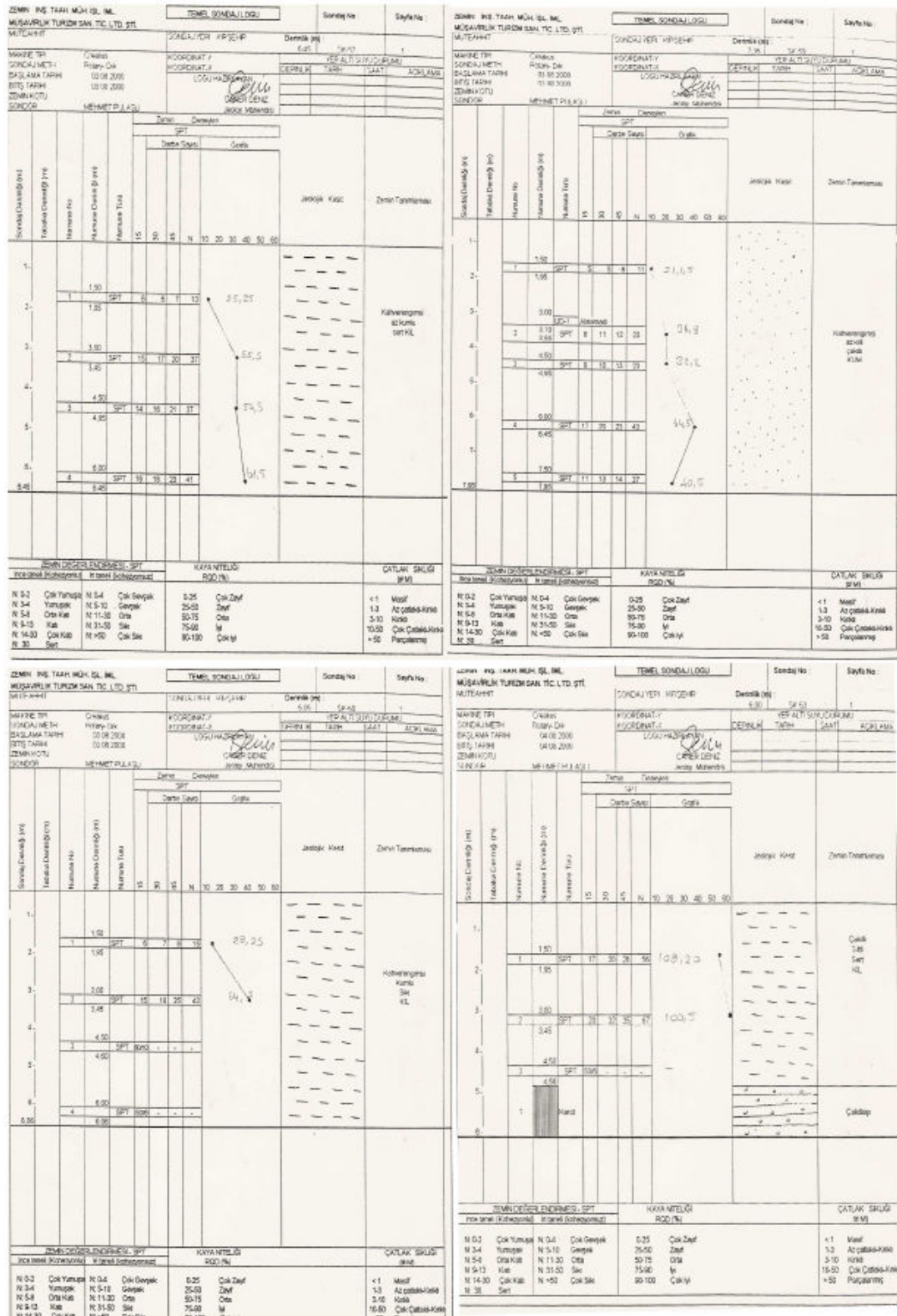














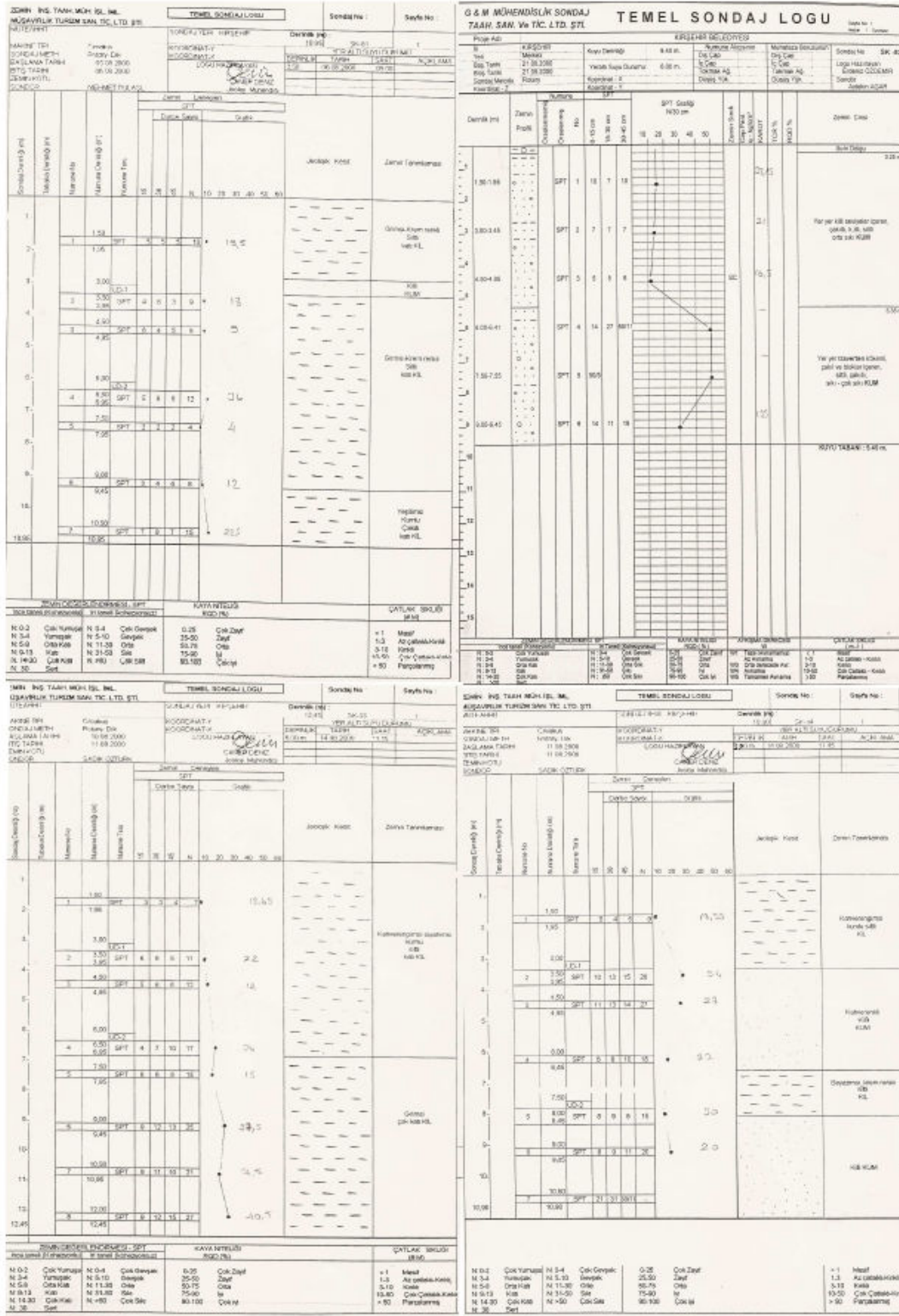


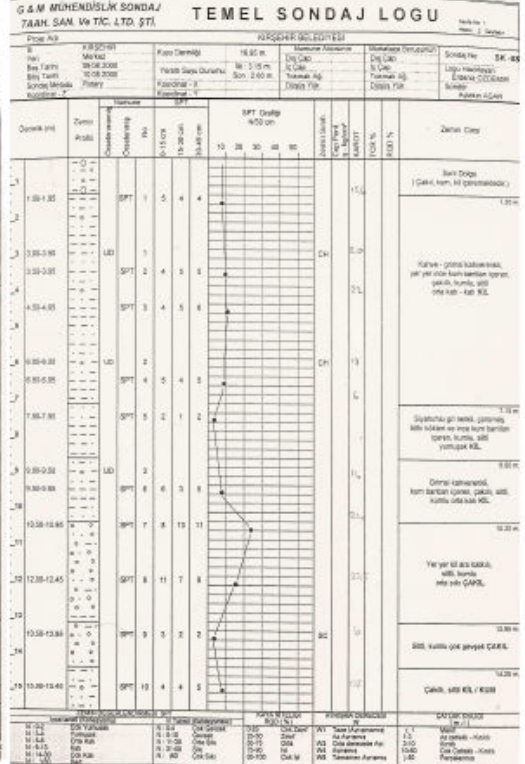
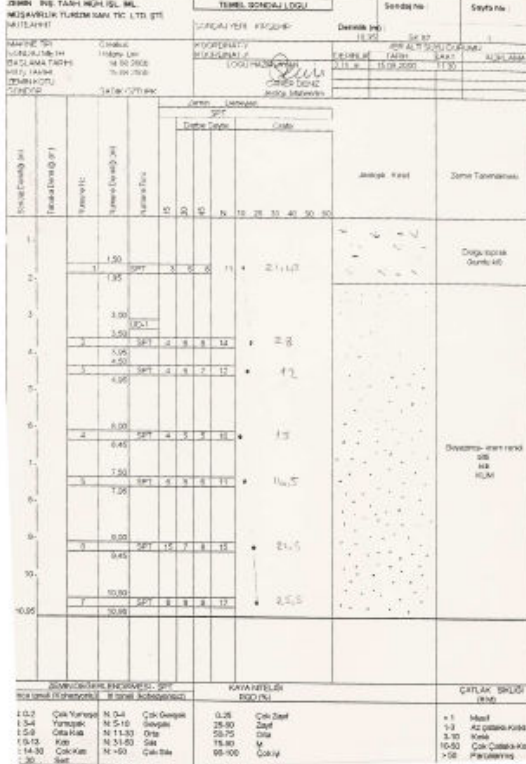
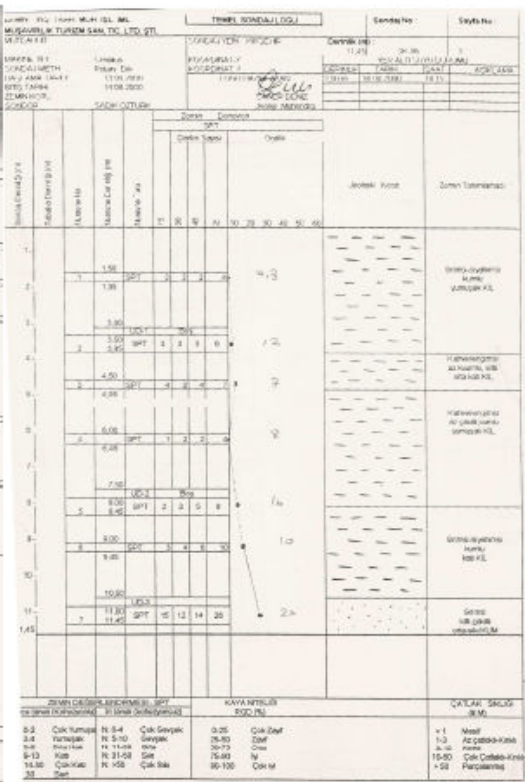
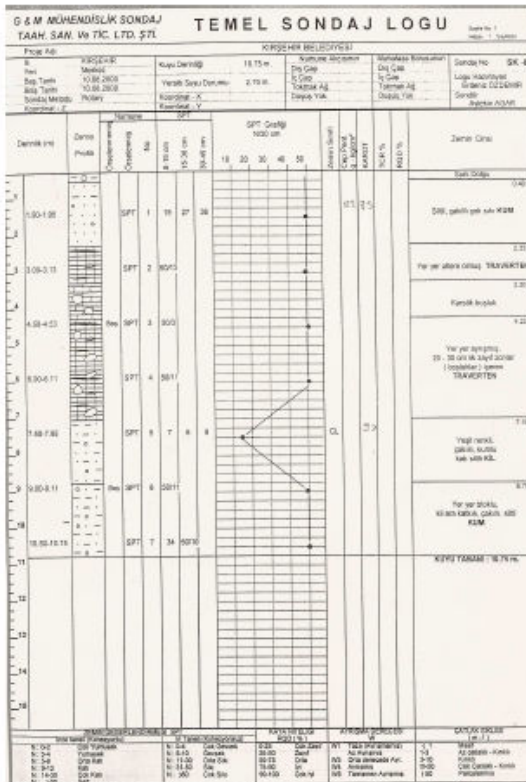


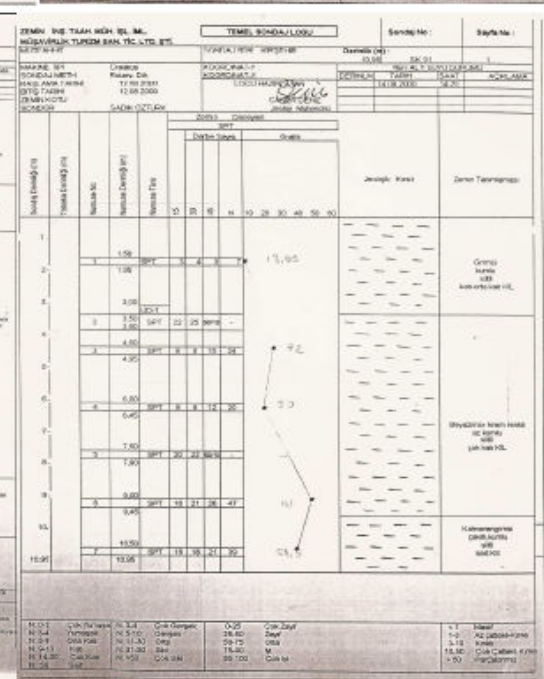
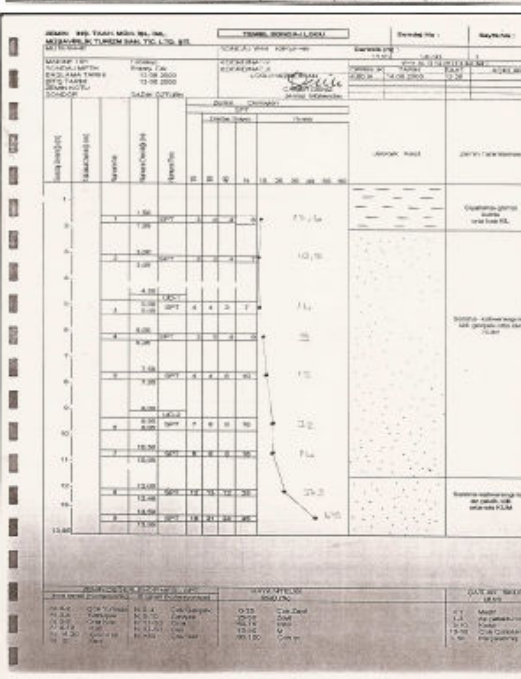
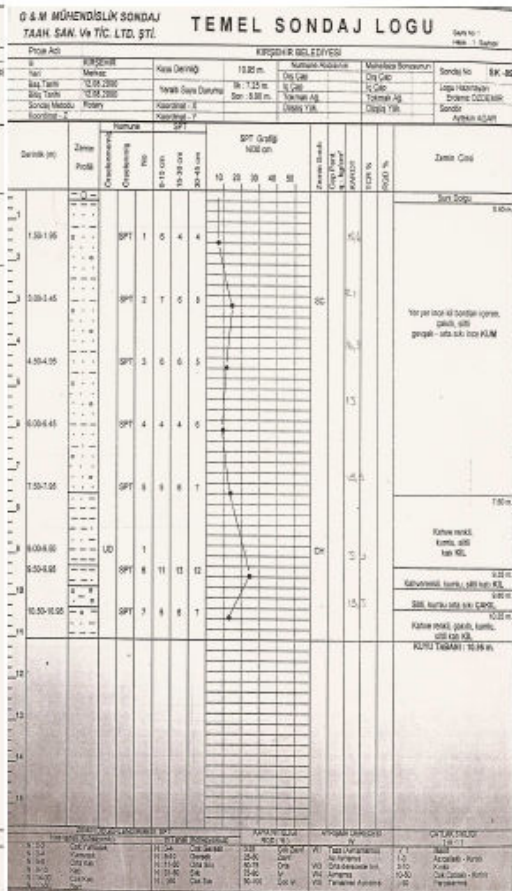
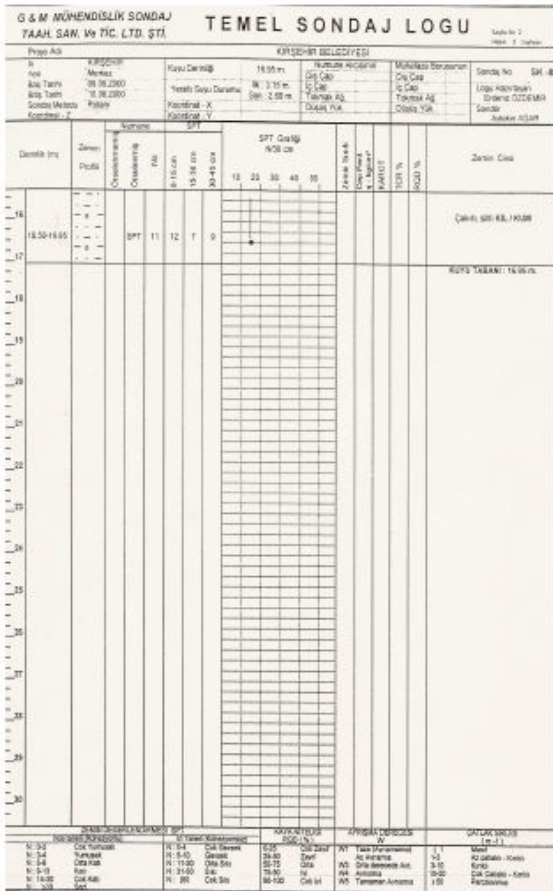










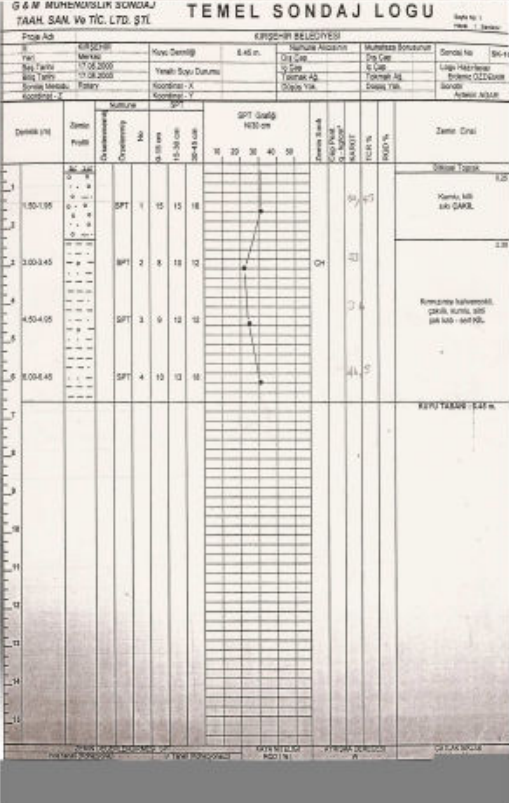
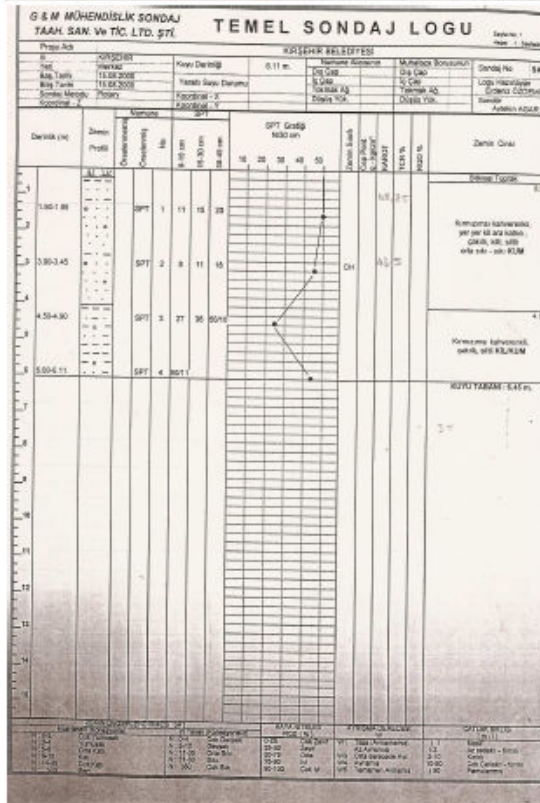
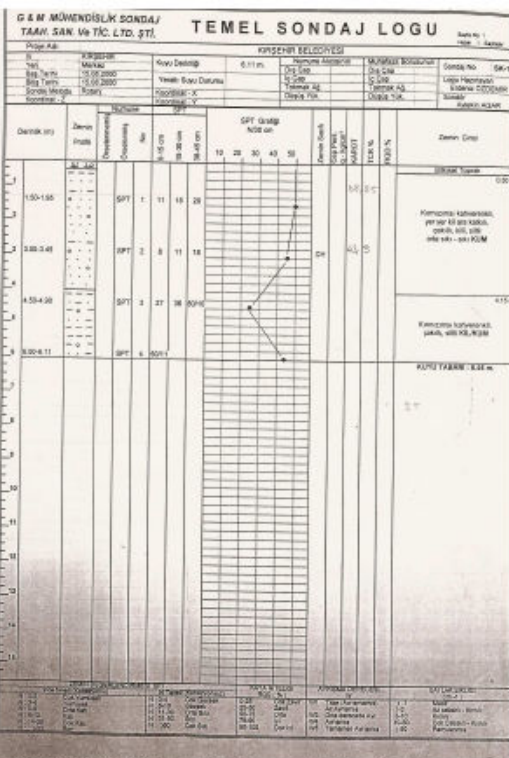
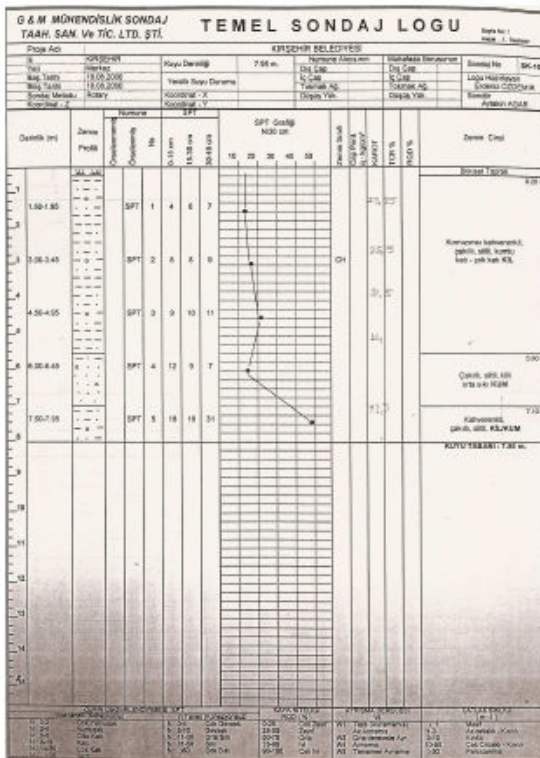




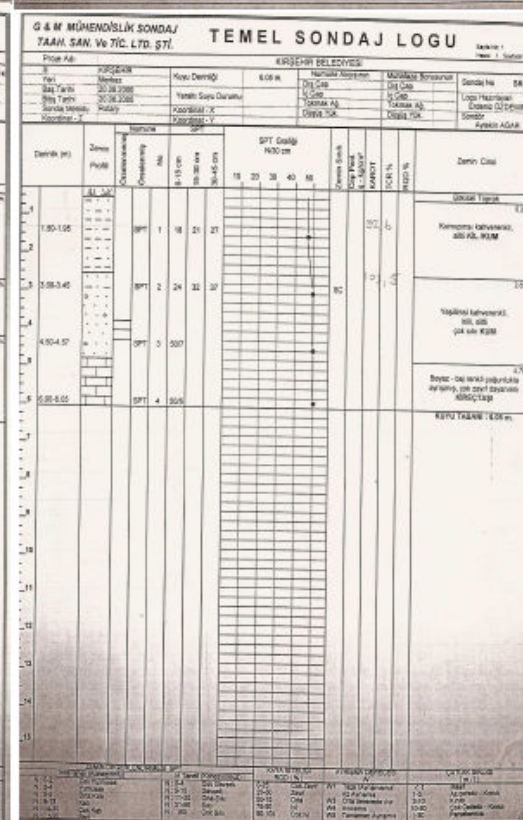
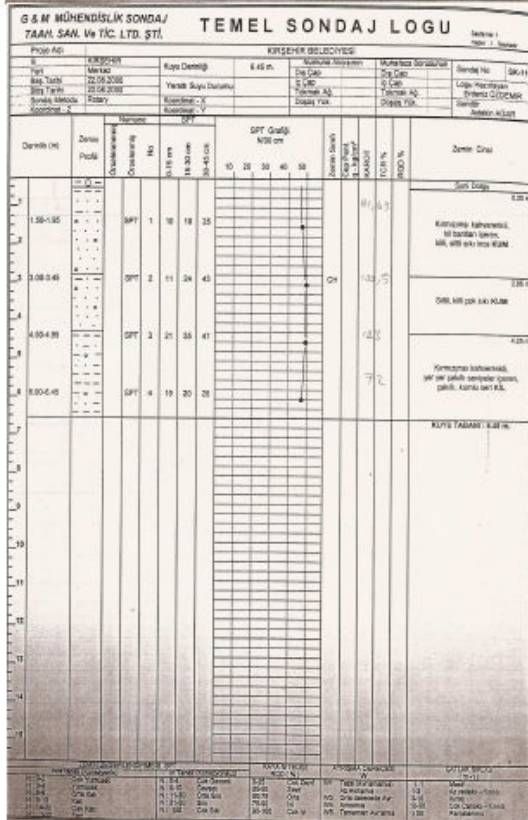
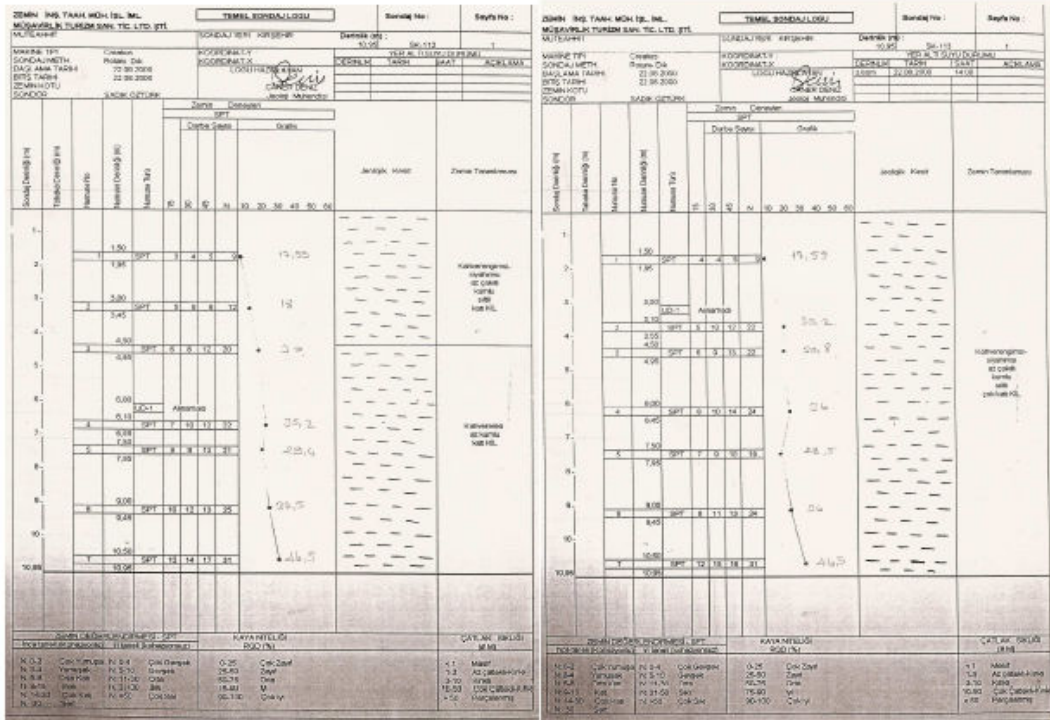


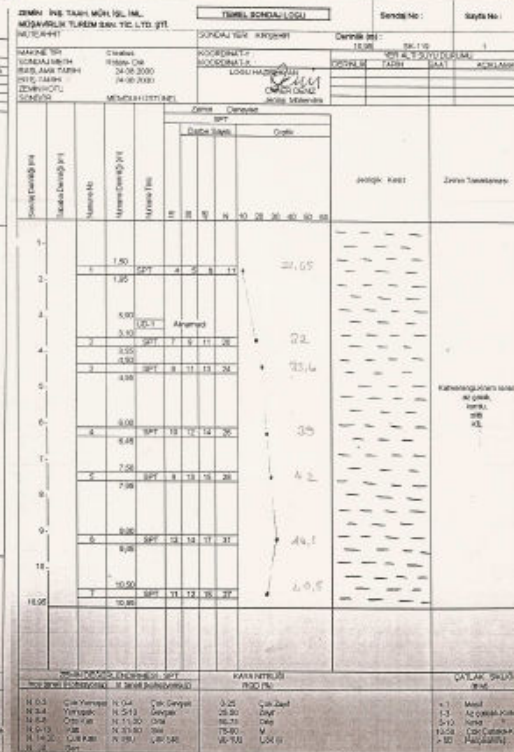
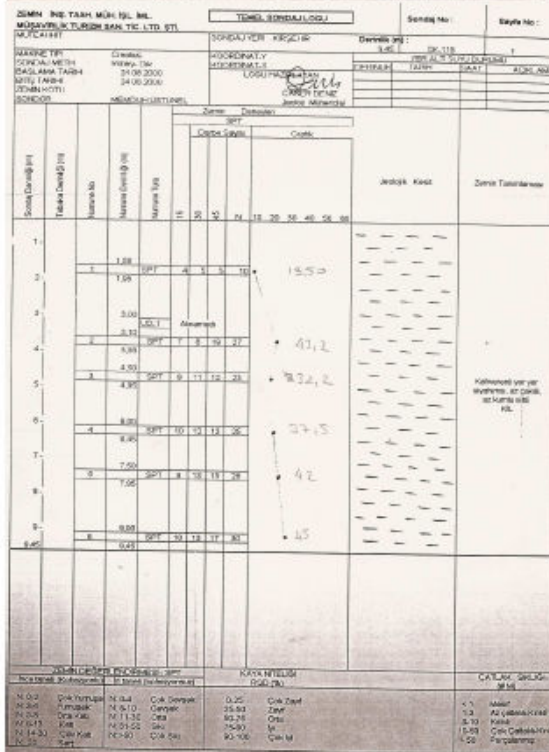
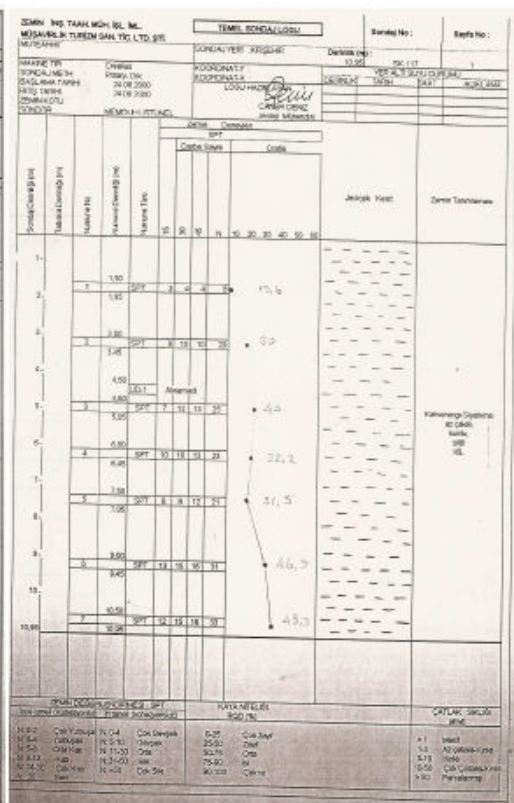
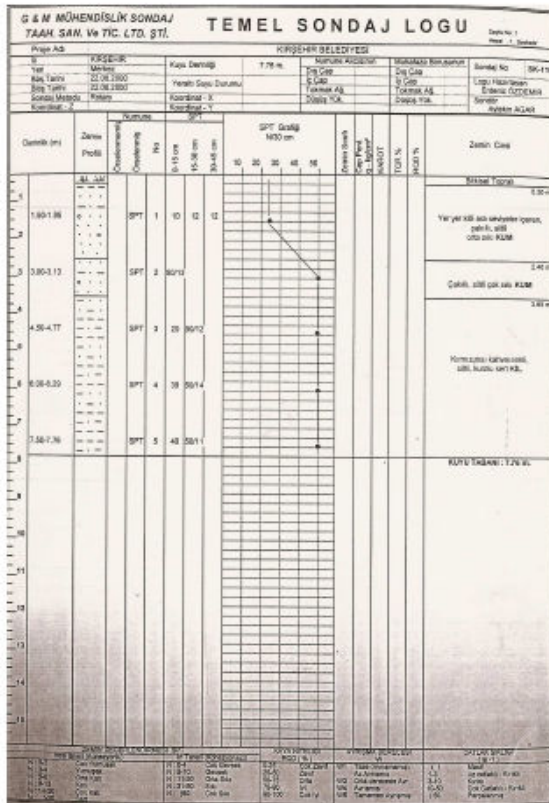
















OSK 2									
SONDAJ ARAZI CETVELİ									
İLİ	YERİ	PROJE ADI							
KIRŞEHİR	YENİCE MAH.	1415 ADA, 9 PARSELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜD							
SONDAJ METODU	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN İŞ SAATI	LOGO HAZIRLAYAN						
ROTARY	15.01.2005	4	ZEYNEP ÇALIŞKAN						
DELİK NO	ZEMİN KOTU	ER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)						
SK-1		10,00 m	ERDAL BEDİR						
NO	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135	135-150
KOT (M)	ZEMİN CİNSİ	STANDARTI	PENETRASYON						
0,30m	Birikisel I oprak								
1,30-1,35									
3,00-3,45									
4,50-4,95									
6,00-6,45									
7,50-7,95									
9,00-9,45									
10,50-10,95									

OSK 1									
SONDAJ ARAZI CETVELİ									
İLİ	YERİ	PROJE ADI							
KIRŞEHİR	YENİCE MAH.	1415 ADA, 9 PARSELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜD							
SONDAJ METODU	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN İŞ SAATI	LOGO HAZIRLAYAN						
ROTARY	15.01.2005	4	ZEYNEP ÇALIŞKAN						
DELİK NO	ZEMİN KOTU	ER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)						
SK-1		2,5 m	ERDAL BEDİR						
NO	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY	YATAY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135	135-150
KOT (M)	ZEMİN CİNSİ	STANDARTI	PENETRASYON						
0,30m	Birikisel Nebatlı I oprak								
1,30m									
3,30m									
6,30m									
7,50-7,95									
9,00-9,45									
10,50-10,95									







03K12									
SONDAJ ARAZI CETVELI					PROJE ADI				
LI	YERI								
KIŞEİR	AŞIHPAŞA MAH.				1884 ADA, 3 PARSELE ESAS JEOTENK-JEOLOJİK ETÜT				
SONDAJ METODU	BAŞLAMA TARİHİ				BİTİRME TARİHİ				
ROTARY	18.07.2006				18.07.2006				
DELİK NO	ZEMİN KOTU				KUYU DERİNLİĞİ (m)				
8K-1	8,0 m				10,00 m				
0	KOT (M)				STANDART				
	0-15				15-30 30-45				
	15-30				30-45 45-60 60-80				
1.5-3PT1	1.50-1.96				Nebati Toprak				
3.0-3PT2	3.00-3.46				Kumlu-kahverengi kil				
4.5-3PT3	4.50-4.96				8yabamci kil				
6.0-3PT4	6.00-6.46								
7.5-3PT5	7.50-7.96								
8.0-3PT6	8.00-8.46								
10.5-3PT7	10.50-10.96								

03K11									
SONDAJ ARAZI CETVELI					PROJE ADI				
LI	YERI								
KIŞEİR	AŞIHPAŞA MAH.				1762 ADA, 4 PARSELE ESAS JEOTENK-JEOLOJİK ZEMİN ETÜDÜ				
SONDAJ METODU	BAŞLAMA TARİHİ				BİTİRME TARİHİ				
ROTARY	01.08.2006				18.07.2006				
DELİK NO	ZEMİN KOTU				KUYU DERİNLİĞİ (m)				
8K-2	8,0 m				10,00 m				
0	KOT (M)				STANDART				
	0-15				15-30 30-45				
	15-30				45-60 60-80				
1.5-3PT1	1.50-1.96				Birkinci Nebati Toprak				
3.0-3PT2	3.00-3.46				Kahverengi çift kil				
4.5-3PT3	4.50-4.96				Kahverengi kil				
6.0-3PT4	6.00-6.46								
7.5-3PT5	7.50-7.96								
8.0-3PT6	8.00-8.46								
10.5-3PT7	10.50-10.96								

03K14									
SONDAJ ARAZI CETVELI					PROJE ADI				
LI	YERI								
KIŞEİR	AŞIHPAŞA MAH.				800 ADA, 20 PARSELE ESAS JEOTENK-JEOLOJİK ETÜT				
SONDAJ METODU	BAŞLAMA TARİHİ				BİTİRME TARİHİ				
ROTARY	28.12.2006				28.12.2006				
DELİK NO	ZEMİN KOTU				KUYU DERİNLİĞİ (m)				
8K-1	3,6 m				10,00 m				
0	KOT (M)				STANDART				
	0-15				15-30 30-45				
	15-30				45-60 60-80				
1.5-3PT1	1.50-1.96				Nebati Toprak				
3.0-3PT2	3.00-3.46				Kumlu çakıl, kahverengi kil				
4.5-3PT3	4.50-4.96				Kumlu çakıl, kahverengi kil				
6.0-3PT4	6.00-6.46								
7.5-3PT5	7.50-7.96								
8.0-3PT6	8.00-8.46								
10.5-3PT7	10.50-10.96								

03K13									
SONDAJ ARAZI CETVELI					PROJE ADI				
LI	YERI								
KIŞEİR	AŞIHPAŞA MAH.				876 ADA, 38 PARSELE ESAS JEOTENK-JEOLOJİK ETÜT				
SONDAJ METODU	BAŞLAMA TARİHİ				BİTİRME TARİHİ				
ROTARY	18.07.2006				18.07.2006				
DELİK NO	ZEMİN KOTU				KUYU DERİNLİĞİ (m)				
8K-1	10,00 m				10,00 m				
0	KOT (M)				STANDART				
	0-15				15-30 30-45				
	15-30				45-60 60-80				
1.5-3PT1	1.50-1.96				Nebati Toprak				
3.0-3PT2	3.00-3.46				Kumlu-kahverengi kil				
4.5-3PT3	4.50-4.96				Kumlu-kahverengi kil				
6.0-3PT4	6.00-6.46								
7.5-3PT5	7.50-7.96								
8.0-3PT6	8.00-8.46								
10.5-3PT7	10.50-10.96								









ÖSK32											
SONDAJ ARAZI CETVELI											
İLİ	YERİ			PROJE ADI							
KIRŞEHİR	MERKEZ	709 ADA, 8 PARSELE ESAS JEOTEKNIK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU		BASÇAMA TARİHİ	VALİLİCAN İŞ SAATI								
ROTARY		22.06.2006	LOSU HAZIRLAYAN								
DEKİNO		ZEMİN KOTU	ZEMNEP ÇALIŞKAN								
SK-2		YER ALTI SUTU KOTU	KOTU DERİNLİĞİ (M)								
K		U-15	STANDART								
M		KOT (M)	PENETRASYON								
N			10 20 30 40 50 60								
1.3-SP11	1.30-1.35	0.60 m	Nabati Toprak								
3.0-SP12	3.00-3.45	3.30 m	Çakılı, siyah bej renkli KİL								
4.5-SP13	4.50-4.95	6.30 m	Bej renkli çakılı, siyah KİL								
6.0-SP14	6.00-6.45	9.30 m	KOTU SONU								
7.5-SP15	7.50-7.95	10.30 m									
9.0-SP16	9.00-9.45	10.30 m									
10.5-SP17	10.50-10.95	10.30 m									

ÖSK31											
SONDAJ ARAZI CETVELI											
İLİ	YERİ			PROJE ADI							
KIRŞEHİR	MERKEZ	809 ADA, 2 PARSELE ESAS JEOTEKNIK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU		BASÇAMA TARİHİ	VALİLİCAN İŞ SAATI								
ROTARY		22.06.2006	LOSU HAZIRLAYAN								
DEKİNO		ZEMİN KOTU	ZEMNEP ÇALIŞKAN								
SK-1		YER ALTI SUTU KOTU	KOTU DERİNLİĞİ (M)								
K		U-15	STANDART								
M		KOT (M)	PENETRASYON								
N			10 20 30 40 50 60								
1.3-SP11	1.30-1.35	0.50 m	Nabati Toprak								
3.0-SP12	3.00-3.45	3.30 m	Griimsel renkli çakılı kumlu KİL								
4.5-SP13	4.50-4.95	4.50 m	12 6 3								
6.0-SP14	6.00-6.45	6.50 m	9 13 16								
7.5-SP15	7.50-7.95	10.00 m	14 3 5								
9.0-SP16	9.00-9.45	10.00 m	KOTU SONU								
10.5-SP17	10.50-10.95	10.00 m									

ÖSK33											
SONDAJ ARAZI CETVELI											
İLİ	YERİ			PROJE ADI							
KIRŞEHİR	VERİCE MAH.	1482 ADA, 3 PARSELE ESAS JEOTEKNIK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU		BASÇAMA TARİHİ	VALİLİCAN İŞ SAATI								
ROTARY		25.04.2006	LOSU HAZIRLAYAN								
DEKİNO		ZEMİN KOTU	ZEMNEP ÇALIŞKAN								
SK-1		YER ALTI SUTU KOTU	KOTU DERİNLİĞİ (M)								
K		U-15	STANDART								
M		KOT (M)	PENETRASYON								
N			10 20 30 40 50 60								
1.3-SP11	1.30-1.35	0.30 m	Bitkisel toprak								
3.0-SP12	3.00-3.45	3.30 m	Kumlu çakılı bej renkli KİL								
4.5-SP13	4.50-4.95	4.30 m	7 9 12								
6.0-SP14	6.00-6.45	6.50 m	7 10 14								
7.5-SP15	7.50-7.95	7.30 m	3 12 13								
9.0-SP16	9.00-9.45	10.0 m	Bej renkli kumlu KİL								
10.5-SP17	10.50-10.95	10.0 m	KOTU SONU								

ÖSK33											
SONDAJ ARAZI CETVELI											
İLİ	YERİ			PROJE ADI							
KIRŞEHİR	MERKEZ	3853 ADA, 2 PARSELE ESAS JEOTEKNIK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU		BASÇAMA TARİHİ	VALİLİCAN İŞ SAATI								
ROTARY		20.07.2006	LOSU HAZIRLAYAN								
DEKİNO		ZEMİN KOTU	ZEMNEP ÇALIŞKAN								
SK-2		YER ALTI SUTU KOTU	KOTU DERİNLİĞİ (M)								
K		U-15	STANDART								
M		KOT (M)	PENETRASYON								
N			10 20 30 40 50 60								
1.3-SP11	1.30-1.35	1.30 m	Nabati Toprak								
3.0-SP12	3.00-3.45	3.30 m	Kahverengi kumlu, siyah KİL								
4.5-SP13	4.50-4.95	6.50 m	7 10 12								
6.0-SP14	6.00-6.45	9.30 m	3 13 14								
7.5-SP15	7.50-7.95	9.30 m	Çakılı kumlu KİL								
9.0-SP16	9.00-9.45	9.30 m	KOTU SONU								
10.5-SP17	10.50-10.95	9.30 m									



USK35											
SONDAJ ARIZATI CETVELI											
ILI	YERİ	PROJE ADI									
KIRŞEHİR	AŞIKPAŞA MAH.	1944 ADA, 13 PARSELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN İŞ SAATI									
ROTARY	27.04.2006	4									
DELİK NO	ZEMİN KOTU	YER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)	SONDOR							
SK-1	9,30 m	10,00 m	10,00 m	ALTI SAYGILI							
STANDART	0-15	15-30	30-45	PENETRASYON							
10 20 30 40 50 60											
USK38											
SONDAJ ARIZATI CETVELI											
ILI	YERİ	PROJE ADI									
KIRŞEHİR	MERKEZ	1040 PARSEL-3 PAFTAYA ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN İŞ SAATI									
ROTARY	11.04.2006	4									
DELİK NO	ZEMİN KOTU	YER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)	SONDOR							
SK-1	10,0 m	10,0 m	10,0 m	ALTI SAYGILI							
STANDART	0-15	15-30	30-45	PENETRASYON							
10 20 30 40 50 60											
1,3- SPT11	1,30-1,35	Nebati Toprak									
3,0- SPT2	3,00-3,45	Kumlu, siltli kahverengi KİL									
4,3- SPT3	4,30-4,35	Çakıl parçacıklı siltli kahverengi kil									
6,0- SPT4	6,00-6,45	7 13 18									
7,3- SPT5	7,30-7,35	Kumlu çakıl kırntılı kahverengi KİL									
9,0- SPT6	9,00-9,45	3 15 20									
10,3- SPT7	10,30-10,35	10,0 m									

USK35											
SONDAJ ARIZATI CETVELI											
ILI	YERİ	PROJE ADI									
KIRŞEHİR	YENİCE MAH.	825 ADA, 8 PARSELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN İŞ SAATI									
ROTARY	27.04.2006	4									
DELİK NO	ZEMİN KOTU	YER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)	SONDOR							
SK-1	9,30 m	10,00 m	10,00 m	ALTI SAYGILI							
STANDART	0-15	15-30	30-45	PENETRASYON							
10 20 30 40 50 60											
USK37											
SONDAJ ARIZATI CETVELI											
ILI	YERİ	PROJE ADI									
KIRŞEHİR	MERKEZ	1307 ADA, 8 PARSELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN İŞ SAATI									
ROTARY	21.07.2006	4									
DELİK NO	ZEMİN KOTU	YER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)	SONDOR							
SK-2	10,0 m	10,0 m	10,0 m	ALTI SAYGILI							
STANDART	0-15	15-30	30-45	PENETRASYON							
10 20 30 40 50 60											
1,3- SPT11	1,30-1,35	Nebati Toprak									
3,0- SPT2	3,00-3,45	Kumlu,bej renkli KİL									
4,3- SPT3	4,30-4,35	Siltli bej renkli kil									
6,0- SPT4	6,00-6,45	5 14 17									
7,3- SPT5	7,30-7,35	Kumlu çakıl kırntılı bej renkli KİL									
9,0- SPT6	9,00-9,45	7 3 12									
10,3- SPT7	10,30-10,35	10,0 m									

USK38											
SONDAJ ARIZATI CETVELI											
ILI	YERİ	PROJE ADI									
KIRŞEHİR	MERKEZ	1307 ADA, 8 PARSELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜT									
SONDAJ METODU	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN İŞ SAATI									
ROTARY	21.07.2006	4									
DELİK NO	ZEMİN KOTU	YER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)	SONDOR							
SK-2	10,0 m	10,0 m	10,0 m	ALTI SAYGILI							
STANDART	0-15	15-30	30-45	PENETRASYON							
10 20 30 40 50 60											
1,3- SPT11	1,30-1,35	Nebati Toprak									
3,0- SPT2	3,00-3,45	Çakıllı kumlu kırmızımsı KİL									
4,3- SPT3	4,30-4,35	5 10 15									
6,0- SPT4	6,00-6,45	7 14 17									
7,3- SPT5	7,30-7,35	Kumlu çakıllı siltli KİL									
9,0- SPT6	9,00-9,45	6 12 14									
10,3- SPT7	10,30-10,35	10,0 m									

OSK40									
SONDAJ ARAZI CETVELI		PROJE ADI							
İL	YERİ	PARBELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜT							
KIRŞEHİR	KAYABAĞCI MAH.	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN YIL SAATI	LOGO HAZIRLAYAN					
SONDAJ METODU		BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN YIL SAATI	ZEMİN ÇALIŞKAN					
ROTARY		16.03.2008	4	BONDÖR					
DELİK NO		YER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)	ALTI BAĞYILI					
8K-1		8,3 m	10,0 m	PENETRASYON					
KOT (M)		ZEMİN CİNSİ	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-100
1.5-SP11	1.50-1.35	Nebati Toprak	0.70 m						
3.0-SP12	3.00-3.45	Kumlu siltli bej renkli KİL	4.50 m						
4.5-SP13	4.50-4.35	Çakılı parçacıklı kumlu KİL	6.50 m						
6.0-SP14	6.00-5.45		6.50 m						
7.5-SP15	7.50-7.35		7.50 m						
9.0-SP16	9.00-8.45		9.50 m						
10.5-SP17	10.50-10.35		10.50 m						

OSK43									
SONDAJ ARAZI CETVELI		PROJE ADI							
İL	YERİ	PARBELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜT							
KIRŞEHİR	YENİCE MAH.	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN YIL SAATI	LOGO HAZIRLAYAN					
SONDAJ METODU		BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN YIL SAATI	ZEMİN ÇALIŞKAN					
ROTARY		16.03.2008	4	BONDÖR					
DELİK NO		YER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)	ALTI BAĞYILI					
8K-1		8,3 m	10,00 m	PENETRASYON					
KOT (M)		ZEMİN CİNSİ	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-100
1.5-SP11	1.50-1.35	Bilimsel Toprak	0.50 m						
3.0-SP12	3.00-3.45	Çakilli Kahverengi kumlu KİL	3.50 m						
4.5-SP13	4.50-4.35	Çakilli Kahverengi kumlu SİLT	4.50 m						
6.0-SP14	6.00-5.45	Bej renkli kumlu KİL	6.0 m						
7.5-SP15	7.50-7.35		7.50 m						
9.0-SP16	9.00-8.45		9.50 m						
10.5-SP17	10.50-10.35		10.0 m						

OSK44									
SONDAJ ARAZI CETVELI		PROJE ADI							
İL	YERİ	PARBELE ESAS JEOTEKNİK-JEOLOJİK ETÜT							
KIRŞEHİR	KAYABAĞCI MAH.	BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN YIL SAATI	LOGO HAZIRLAYAN					
SONDAJ METODU		BİTİRME TARİHİ	ÇALIŞILAN YIL SAATI	ZEMİN ÇALIŞKAN					
ROTARY		08.03.2008	4	BONDÖR					
DELİK NO		YER ALTI SUYU KOTU	KUYU DERİNLİĞİ (m)	ALTI BAĞYILI					
8K-1		10,00 m	10,00 m	PENETRASYON					
KOT (M)		ZEMİN CİNSİ	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-100
1.5-SP11	1.50-1.35	Bilimsel Toprak	1.0 m						
3.0-SP12	3.00-3.45	Kahverengi siltli KİL	3.50 m						
4.5-SP13	4.50-4.35	Siyahimsi gri renkli kumlu KİL	4.50 m						
6.0-SP14	6.00-5.45		6.50 m						
7.5-SP15	7.50-7.35	Kumlu siyahimsi gri renkli KİL	7.50 m						
9.0-SP16	9.00-8.45		9.50 m						
10.5-SP17	10.50-10.35		10.50 m						



## ÖSK45

Temelin oturacağı 10 m derinliğe kadar olan zemindeki SPT N<sub>30</sub> degerlerinin ortalaması alınarak taşıma gücü hesabında kullanılmıştır.

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	13-14-16	30
6,00-6,45	14-15-13	28
9,00-9,45	12-18-17	35

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah. 716 ada 5 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 25-04-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
2. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **12,5 t/m<sup>2</sup>** (1,25 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılması olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezdan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	12,5 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (A <sub>g</sub> )	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK46

Temelin oturacağı 10 m derinliğe kadar olan zemindeki SPT N<sub>30</sub> degerlerinin ortalaması alınarak taşıma gücü hesabında kullanılmıştır.

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	10-12-16	28
6,00-6,45	13-14-15	29
9,00-9,45	16-20-21	41

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Aşıkpaşa mah.818 ada 7 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-06-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
- İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
- Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- Zeminin emniyet Katsayısının **14 t/m<sup>2</sup>** (1,4 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyuyla karşılaşılması olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
- Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezana gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	14 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (A <sub>g</sub> )	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK47.

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	6-8-8	16
6,00-6,45	10-11-12	23
9,00-9,45	12-13-12	25

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah.961 ada 5 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-06-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
6. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **12 t/m<sup>2</sup>** (1,2 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla 5 m de karşılaşmış olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	12 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK48

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	10-11-12	23
6,00-6,45	11-15-17	32
9,00-9,45	13-17-20	37

### XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Aşıkpaşa mah.1035 ada 8 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-06-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
8. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **14 t/m<sup>2</sup>** (1,4 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılma olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	14 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK49

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	11-13-14	27
6,00-6,45	15-16-19	35
9,00-9,45	17-15-21	36

### XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

9. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah.716 ada 5 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 17-04-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
10. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **13 t/m<sup>2</sup>** (1,3 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılması olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	13 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500



## ÖSK50

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	11-13-17	30
6,00-6,45	6-8-9	17
9,00-9,45	14-15-13	28

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

11. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Bağbaşı mah.1062 ada 5 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-01-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
12. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **12 t/m<sup>2</sup>** (1,2 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılması olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyez an gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	12 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK50

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	7-9-9	18
6,00-6,45	11-13-14	27
9,00-9,45	12-14-14	28

### XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

13. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah.1069 ada 1 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-04-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
14. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **11 t/m<sup>2</sup>** (1,1 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Yapılan sondajda yer altı suyuna rastanmamıştır.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	11 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK51

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	7-10-11	21
6,00-6,45	8-12-16	28
9,00-9,45	10-13-14	27

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

15. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah. 1163 ada 8-13-14 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-01-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
16. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **10 t/m<sup>2</sup>** (1,0 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır. Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşmamış olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
6. Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt, ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içerisinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	10 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK52

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	12-15-17	32
6,00-6,45	14-15-19	34
9,00-9,45	15-20-25	45

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

17. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah. 1209 ada 3 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-01-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
18. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **12,5 t/m<sup>2</sup>** (1,25 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır. Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılması olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
6. Laboratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt, ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içerisinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	12,5 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK53

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	11-13-16	29
6,00-6,45	12-14-17	31
9,00-9,45	13-16-18	34

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

19. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah.1216 ada 1 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-01-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
20. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **13 t/m<sup>2</sup>** (1,3 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılmamış olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	13 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK54

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	13-12-13	25
6,00-6,45	7-11-14	25
9,00-9,45	11-13-16	29

### XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

21. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Aşıkpaşa mah.1288 ada 5-6 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-01-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
22. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **11 t/m<sup>2</sup>** (1,1 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla 6 m de karşılaşmış olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	11t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK55

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	50/7	---
6,50-6,95	28-30-30	60
9,00-9,45	26-27-29	56

### XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- 23.** Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah.1327 ada 13 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 15-05-2005 tarihinde hazırlanmıştır.
- 24.** İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
- 3.** Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4** Zeminin emniyet Katsayısının **15 t/m<sup>2</sup>** (1,5 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılması olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
- 5.** Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyzan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.**Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.
- 7.**Yapılacak olan bina tek katlı olmasından dolayı zeminde oturma beklenmediğinden oturma hesabı yapılmamıştır.
- 8.** Temel harfiyatında farklı tabakalanmayla karşılaşıldığında tarafımıza haber verilmelidir.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	15 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g

## ÖSK56

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	4-5-6	11
6,00-6,45	5-7-7	14
9,00-9,45	6-7-7	14

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

25. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Kayabaşı mah. 1404 ada 9 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 20-01-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
26. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısını temel seviyesinin 1 mt altına kadar kazılarak dolgu malzemesi serilip her 30 cm de bir sıkıştırılarak sıkıştırma oranı %90 seviyesine ulaştıktan sonra  $7 \text{ t/m}^2$  (0,7 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır. Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında 3 m de suyla karşılaşmış olup temel hafriyatında gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
6. Laboratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt, ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içerisinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	7 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500



## ÖSK57

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N SAYILARI	DARBE	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
7,50-7,95	9-11-12		23
9,00-9,45	5-3-4		7
10,00-10,45	4-4-4		8

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

27. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Ahi Evran mah.1492 ada 11-12parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 06-07-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
28. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu D, Yerel zemin sınıfı ise Z-4 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının, temel altına 30cm çakıl serilip her 10 cm de bir sıkıştırma yapıldıktan ve sıkışma oranı %95 olması sağlandıktan sonra Etüd alanında yer altı su seviyesinin temele etki edebilecek seviyede olması dolayısı ile radye temel uygulanmalı ,temel seviyesi altına grobeton dökülmeli, bu betonun üzerine temelin yeraltında kalan kısmının sudan etkilenmemesi için bir kat polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtü ile kaplanmalı ve inşaat mühendisinin gerekli göreceği diğer önlemlerin alınmasından sonra temel çevresine drenaj yapılarak yer altı suyunun ortamdaki uzaklaştırılması sağlanmalıdır. Bu önlemlerin alınmasından sonra zeminin emniyetli taşıma gücü 7 t/m<sup>2</sup> (0,7 kg/cm<sup>2</sup> ) olarak alınması uygun olacaktır.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezana gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , plastisitesi yüksek inorganik kil şişen kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CH zemin grubu içerisinde yer almaktadır.
7. Temel harfiyatında farklı tabakalanmayla karşılaşıldığında tarafımıza haber verilmelidir.

## ÖSK58

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	13-16-15	31
6,50-6,95	12-14-14	28
9,00-9,45	11-13-12	25

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

**29.** Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Aşıkpaşa mah.1620 ada 9 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 20-04-2006 tarihinde hazırlanmıştır.

**30.** İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.

**3.** Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.

**4** Zeminin emniyet Katsayısının **13 t/m<sup>2</sup>** (1,3 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılma olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.

**5.** Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.

**6.**Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

**7.**Yapılacak olan bina tek katlı olmasından dolayı zeminde oturma beklenmediğinden oturma hesabı yapılmamıştır.

**8.** Temel harfiyatında farklı tabakalanmayla karşılaşıldığında tarafımıza haber verilmelidir.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	13 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3

## ÖSK59

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	9-9-10	19
6,50-6,95	50/9	50/9
9,00-9,45	33-28-36	64

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

31. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah. 1856 ada 9 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 28-11-2005 tarihinde hazırlanmıştır.
32. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **13 t/m<sup>2</sup>** (1,3 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında 5 mt civarında suyla karşılaşmış olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.
- 7.Yapılacak olan bina tek katlı olmasından dolayı zeminde oturma beklenmediğinden oturma hesabı yapılmamıştır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	13 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0

## ÖSK60

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	15-17-16	33
6,50-6,95	13-14-18	32
9,00-9,45	11-15-12	27

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

33. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Aşıkpaşa mah.2312 ada 4 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 20-10-2006 tarihinde hazırlanmıştır.

34. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.

3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.

4 Zeminin emniyet Katsayısının **13 t/m<sup>2</sup>** (1,3 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılma olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.

5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.

6.Labaratuar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içerisinde yer almaktadır.

7.Yapılacak olan bina tek katlı olmasından dolayı zeminde oturma beklenmediğinden oturma hesabı yapılmamıştır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	13 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g

## ÖSK61

## SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	7-9-10	19
6,00-6,45	8-12-13	25
9,00-9,45	11-15-22	27

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

35. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah.2459 ada 3 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 05-06-2006 tarihinde hazırlanmıştır.

36. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.

3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.

4 Zeminin emniyet Katsayısının  $14 \text{ t/m}^2$  (1,4 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılması olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.

5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyzan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.

6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	14 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-3500

## ÖSK62

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	3-4-7	11
6,00-6,45	7-10-11	21
9,50-10,00	8-12-15	27

### SK 2 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	4-4-6	10
6,00-6,45	8-11-11	22
9,50-10,00	8-13-12	25

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

**37.** Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi,.3126 ve 3127 adada yapılması düşünülen otel inşaatına ait zemin etüd raporu 10-04-2006 tarihinde hazırlanmıştır.

**38.** İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.

**3.** Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-4 olarak değerlendirilmiştir.

**4** Zeminin emniyet Katsayısı temel seviyesinin 1 metre daha açılarak bu alanın molozla doldurulup sıkıştırılıp üzerine grobeton dökülmesinden sonra 0,7 kg/cm<sup>2</sup> olarak alınması uygundur.Yeraltı suyu seviyesi temele etki edecek seviyede olması dolayısıyla temel etrafına drenaj yapılması ve çevredeki suların ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir. .Zeminde 4 cm lik bir oturma olabileceği hesaplanmıştır.

**5.** Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyzan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.

**6.**Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

## ÖSK63

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	10-12-13	25
6,00-6,45	13-16-17	33
9,00-9,45	16-20-21	41

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- 39.** Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Aşıkpaşa mah.980 ada 3 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 15-05-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
- 40.** İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
- 3.** Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4** Zeminin emniyet Katsayısının **13 t/m<sup>2</sup>** (1,3 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla 6 m de karşılaşmış olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
- 5.** Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyez an gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.**Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	13 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	3500

## ÖSK64

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	50/7	---
6,50-6,95	28-30-30	60
9,00-9,45	26-27-29	56

### XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

41. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Aşıkpaşa mah.2426 ada 6 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 08-05-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
42. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının **15 t/m<sup>2</sup>** (1,5 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında suyla karşılaşılması olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.
- 7.Yapılacak olan bina tek katlı olmasından dolayı zeminde oturma beklenmediğinden oturma hesabı yapılmamıştır.
8. Temel harfiyatında farklı tabakalanmayla karşılaşıldığında tarafımıza haber verilmelidir.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	15 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3



## ÖSK65

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	8-10-11	21
6,50-6,95	10-13-12	25
9,00-9,45	11-14-16	30

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

43. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi Aşıkpaşa mah. 1022 ada 11/12 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 11-09-2006 tarihinde hazırlanmıştır.

44. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.

3. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.

4 Zeminin emniyet katsayısının temel seviyesinin altına 0,10m çakıl serilip sıkıştırılmasından sonra **13 t/m<sup>2</sup>** (1,3 kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır. Ayrıca yapılan sondaj çalışmasında 8 m de suyla karşılaşmış olup temel hafriyatında suyla karşılaşılması durumunda gerekli önlemlerin alınarak suyun drene edilmesi gerekmektedir.

5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyez an gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.

6. Laboratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt, ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

7. Temel harfiyatında farklı tabakalanmayla karşılaşıldığında tarafımıza haber verilmelidir.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	13 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (Ag)	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0

## ÖSK66

### SK 1 KUYUSU

DERİNLİK (m)	N DARBE SAYILARI	N <sub>30</sub> DEĞERLERİ
4,50-4,95	5-6-7	13
6,00-6,45	6-7-7	14
9,00-9,45	8-10-11	21

## XI- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

45. Bu rapor; Kırşehir İli, Merkez İlçesi, Yenice mah.651 ada 4 parselde bulunan arsanın ait zemin etüd raporu 07-08-2006 tarihinde hazırlanmıştır.
46. İnceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece Deprem bölgesinde yer almaktadır. Bunun için yapılacak olan binada bu bölgeler için hazırlanmış Deprem yönetmeliğine mutlaka uyulması gerekmektedir.
47. Afet Bölgelerinde yapılacak olan İnşaat Yönetmeliğine göre Zemin Grubu C, Yerel zemin sınıfı ise Z-3 olarak değerlendirilmiştir.
- 4 Zeminin emniyet Katsayısının, temel altına 10cm çakıl serilip sıkıştırma yapıldıktan sonra taşıma gücü 9 t/m<sup>2</sup> (0,9kg/cm<sup>2</sup>) olarak alınması uygun olacaktır.
5. Etüt alanının; heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve feyezan gibi doğal afetlere karşı duyarlılığı söz konusu değildir.
- 6.Labaratuvar deney sonuçlarına göre zemi ince taneli , kumlu kil, killi silt,ve çakıllı kil grubu malzemelerden oluşmuş olup CL zemin grubu içersinde yer almaktadır.

Zemin Emniyet li Taşıma Gücü	0,9 t/m <sup>2</sup>
Zemin Spektrum Katsayıları	TA=0,15 TB=0,60
Zemin Grubu	C
Yerel Zemin Sınıflaması	Z-3
Etkin Yer İvme Katsayısı (A <sub>g</sub> )	0.40 g
Bina Önem Katsayısı	1.0
Zemin Yatak Katsayısı	2000-

**ÖZGEÇMİŞ**

Neslihan YILDIZ, 12.01.1983 yılında Afyon'da doğdu. İlkokul öğrenimini Ankara'da, (Köy Hizmetleri İlkokulu), ortaokul öğrenimini Yozgat Anadolu Lisesi' sinde, lise öğrenimini Kırşehir Lise'sinde tamamladı. Üniversiteye, 2001-2002 öğretim yılında, Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Bölümü'nde başladı. 2004-2005 öğretim yılında üniversiteden mezun oldu. 2005 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. Halen yüksek lisansa aynı üniversitede devam etmektedir.

**Adres** : Aşıkpaşa Mah. Lise Cad. Türkyılmaz Apt. 6/21  
40100 Kırşehir  
**Telefon** : 0 386 212 26 36  
**Belgegeçer** : 0 352 437 57 84  
**e-posta** : nesli040@yahoo.com